

*NVIC achtergronddocument*

*Aandachtspunten bij decontaminatie  
van de huid en secundaire  
blootstelling van hulpverleners in het  
ziekenhuis*

*Versie juni 2018*



UMC Utrecht  
**Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum**

Contactgegevens:

Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC)  
Divisie Vitale Functies  
Universitair Medisch Centrum Utrecht  
Huispostnummer B.00.118  
Postbus 85500  
3508 GA Utrecht

Tel: 088-7558561

Fax: 088-7555677

[nvic@umcutrecht.nl](mailto:nvic@umcutrecht.nl)

[www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info)

[www.umcutrecht.nl/nl/subsite/nvic](http://www.umcutrecht.nl/nl/subsite/nvic)

Contactpersoon: Ronald de Groot

# Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Decontaminatie van de huid .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Wanneer is decontaminatie van de huid nuttig.....	5
2.2.	Herkennen van een besmetting.....	5
2.3.	Meest geschikte decontaminatieprocedure.....	7
2.4.	Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid.....	8
2.4.1.	Droge decontaminatie van de huid.....	8
2.4.2.	Natte decontaminatie van de huid.....	8
2.4.3.	Welk spoelmiddel bij natte decontaminatie van de huid.....	9
2.4.4.	Spoelen van de ogen.....	10
2.4.5.	Aandachtspunten bij radioactieve besmetting.....	11
<b>3.</b>	<b>Persoonlijke beschermingsmiddelen .....</b>	<b>14</b>
3.1.	Blootstelling beperken.....	14
3.2.	PBM bij patiënt besmet met chemische stof.....	14
3.3.	PBM bij patiënt besmet met radioactieve stof.....	16
<b>4.</b>	<b>Risico hulpverlener in ziekenhuis .....</b>	<b>17</b>
4.1.	Risico van een chemisch besmette patiënt.....	17
4.2.	Blootstellingsroutes bij secundaire blootstelling.....	18
4.2.1.	Direct huidcontact.....	18
4.2.2.	Inhalatie van vaste stofdeeltjes.....	19
4.2.3.	Inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistoffen.....	19
4.3.	Beperkt risico in geval van uitermate toxische stoffen.....	20
4.3.1.	Bestrijdingsmiddelen.....	20
4.3.2.	Organofosfaat zenuwgassen.....	21
4.3.3.	Toxische gassen gevormd in de maag van de patiënt.....	23
4.4.	Risico van een radioactief besmette patiënt.....	25
4.4.1.	Laag risico bij patiënt die uitwendig besmet is met radioactieve stof.....	26
4.4.2.	Zeer laag risico bij patiënt die inwendig besmet is met radioactieve stof.....	26
4.4.3.	Geen risico bij patiënt die uitwendig bestraald is door radioactieve bron.....	27
<b>5.</b>	<b>Vorbereiding van ziekenhuizen.....</b>	<b>28</b>
5.1.	Aanbevelingen.....	28
5.2.	Nuttige bronnen.....	29
<b>6.</b>	<b>Literatuur.....</b>	<b>31</b>
	<b>Bijlagen.....</b>	<b>34</b>
Bijlage 1	Factsheet 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid'.....	34
Bijlage 2	Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis'.....	37
Bijlage 3	Secundaire blootstelling door besmetting met oplosmiddelen.....	40

# 1. Inleiding

Uit meldingen aan het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) lijkt de bezorgdheid bij hulpverleners in het ziekenhuis over het behandelen van een met chemisch of radioactief materiaal besmette patiënt de laatste jaren toe te nemen.<sup>[gro,gro4]</sup> Dit was de aanleiding tot het schrijven van dit achtergronddocument met informatie over:

- Decontaminatie van de huid van blootgestelde patiënten na besmetting met een chemische of radioactieve stof ([hoofdstuk 2](#)).
- Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) voor hulpverleners in het ziekenhuis ([hoofdstuk 3](#)).
- Het beperkte gevaar dat een patiënt met een chemische of radioactieve besmetting vormt voor de hulpverlener in het ziekenhuis (ook als uitermate toxische stoffen betrokken zijn) ([hoofdstuk 4](#)).
- Voorbereiding van ziekenhuizen op opvang en decontaminatie van een besmet slachtoffer ([hoofdstuk 5](#)).

De informatie in dit document kan nuttig zijn als aanvulling op bestaande decontaminatieprocedures of bij het opstellen hiervan en bij het verzorgen van scholing over deze onderwerpen. Vooral secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel blijkt vaak een onderbelicht onderwerp in protocollen. Bewustwording van het beperkte risico is belangrijk omdat een overschatting van het risico in combinatie met angst voor secundaire besmetting en/of onduidelijkheid over de betrokken stof(fen) of toxiciteit hiervan, kan leiden tot:

- Vertraagde of niet optimale behandeling van een besmette patiënt.
- Buitenproportionele maatregelen zoals evacuatie van de spoedeisende hulp met hierdoor:
  - Verstoring van zorg aan andere patiënten.
  - Hoge kosten.

Voor een acute situatie is de belangrijkste informatie samengevat in twee Factsheets:

- ‘Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid’.
- ‘Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis’.

Deze Factsheets zijn opgenomen als [bijlagen](#) bij dit document en ook los te downloaden op [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info)

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee besmetting heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van decontaminatie van de huid kan worden overlegd met:

- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via noodnummer 030-2748888. Op de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) is toxicologische informatie te vinden en informatie over radioactieve stoffen en ioniserende straling.
- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijk Stoffen (GAGS) van de Geneeskundige Hulpverleningsorganisatie in de regio (GHOR), indien betrokken in geval van een incident.

## 2. Decontaminatie van de huid

Wanneer een chemische of radioactieve stof na een incident op de kleding en/of de huid van een slachtoffer terecht is gekomen, is het belangrijk deze besmetting te verwijderen om:

- Blootstelling van de patiënt te stoppen:
  - Lokale inwerking op de huid, bijv. sterke zuren/basen.
  - Absorptie door de huid of door een besmette wond.
- Verspreiding van de besmetting te voorkomen:
  - Naar onbesmette delen van het lichaam van het slachtoffer.
  - Naar hulpverleners.
  - Naar omgeving/ziekenhuis.

Bij radioactieve besmetting: om blootstelling van de patiënt en omstanders aan straling te reduceren.

### 2.1. Wanneer is decontaminatie van de huid nuttig

Decontaminatie van de huid is nuttig in geval van besmetting door:

- Vaste deeltjes/stof/poeder op de huid.
- Vloeistof op de huid.
- Aerosol (druppelnevel) op de huid.
- Condensatie van damp naar vloeistof op de huid.

Bij blootstelling van een slachtoffer aan gassen heeft decontaminatie van de huid geen of zeer beperkt nut omdat gassen niet of slechts in geringe hoeveelheden in de kleding van de patiënt worden meegedragen.<sup>[cox,hor]</sup> In geval van huid en/of slijmvliesklachten door bijv. blootstelling aan goed in water (slijmvliesvocht/transpiratie) oplosbare irriterende gassen zoals chloorgas kan spoelen van de ogen of aangedane huid nodig zijn. In de praktijk wordt echter voornamelijk irritatie van de ogen en bovenste luchtwegen gezien en nemen deze klachten snel af als het slachtoffer in de frisse lucht wordt gebracht.

### 2.2. Herkennen van een besmetting

Het is belangrijk dat vanuit het incidentgebied richting het ziekenhuis duidelijk wordt gecommuniceerd over:<sup>[bur]</sup>

- Mogelijke besmetting met chemische/radioactieve stoffen.
  - Betrokken stof(fen).
  - Uitbreidheid van de besmetting.
  - Decontaminatie van de huid niet/gedeeltelijk/wel uitgevoerd.
- Aantal te verwachten slachtoffers.
- Medische toestand van de slachtoffers.

Het is echter waarschijnlijk dat zeer snel na een incident individuele slachtoffers zich ook als 'zelfverwijzers' bij het ziekenhuis presenteren. Daarnaast zal het bij besmetting vaak gaan om één of enkele slachtoffers door bijvoorbeeld een bedrijfsongeval. Informatie kan worden verkregen van de slachtoffers zelf waarbij de situatie goed moet worden uitgevraagd:

- Welke stoffen zijn vrijgekomen?
- Gaat het om poeder, vloeistof of damp/gas?
- Wat was de bron waaruit de stof(fen) zijn vrijgekomen?

- Is de patiënt blootgesteld/besmet?
  - o Welke blootstellingroute? (inademing, ingestie en/of huidcontact)
  - o Mate van blootstelling?
    - Concentratie van de stof.
    - Duur van blootstelling bij inademing.
    - Hoeveelheid bij ingestie.
    - Grootte van het blootgestelde huidoppervlak.
- Hoe lang geleden heeft de blootstelling plaatsgevonden?
- Is de huid al (gedeeltelijk) gedecontamineerd?
- Zijn er gezondheidsklachten en wanneer zijn deze ontstaan?
- Bij een incident met een radioactieve stof is het belangrijk om te achterhalen of alleen uitwendige bestraling (bron op afstand) heeft plaatsgevonden of dat er radioactief materiaal verspreid is waardoor via huidcontact of via inademing een uitwendige en/of inwendige besmetting van de patiënt kan hebben plaatsgevonden ([paragraaf 4.4](#))

Indien slachtoffers niet zelf duidelijk (kunnen) aangeven of er sprake is van een besmetting is het voor hulpverleners in het ziekenhuis belangrijk om blootstelling aan een chemische of radioactieve stof en dus de kans op een mogelijke uitwendige besmetting te herkennen via waarneming of blootstellingsgeschiedenis:<sup>[bur,nab]</sup>

- Waarneming:
  - o Zichtbare besmetting (vloeistof, poeder) op de kleding/huid.
  - o Geur of prikkeling van ogen of huid bij hulpverleners. Let op:
    - Geur is niet altijd een indicatie van gevaar.
    - Afwezigheid van geur betekent niet automatisch dat de situatie veilig is.
  - o Symptomen van het slachtoffer:
    - Irritatie van de huid bij contact met irriterende stoffen.
    - Brandwonden bij contact met corrosieve stoffen.
    - Een 'cholinerg syndroom' (miosis, tranenvloed, speekselvloed, incontinentie voor feces en urine, fasciculaties) bij blootstelling aan bijv. organofosfaat bestrijdingsmiddelen ([paragraaf 4.3.1](#)) of zenuwgassen ([paragraaf 4.3.2](#)).
    - Kennis van 'toxidromen' (indeling van chemische stoffen op basis van optredende symptomen zoals het 'cholinerg syndroom') is van nut. Er bestaan verschillende indelingen. Een veelgebruikte indeling komt voort uit de Advanced Hazmat Life Support (AHLS) cursus. Deze indeling is opgenomen in de [Leidraad CBRN](#).<sup>[boe]</sup>

Let op: na blootstelling aan chemische stoffen kunnen de initiële klachten specifiek zijn: hoofdpijn, misselijkheid en braken komen vaak voor.
    - Na besmetting met een radioactieve stof is het optreden van stralingsziekte (met eerste symptomen als misselijkheid en braken) **NIET te verwachten** ([paragraaf 4.4](#)). Eerste effecten op de huid (voorbijgaand erytheem of oedeem) worden bij een hoge stralingsdosis op de huid pas enkele uren na blootstelling gezien.
  - o Het optreden van symptomen bij personen die contact hebben gehad met het slachtoffer kan een indicatie zijn van een besmetting met risico op secundaire blootstelling.<sup>[ste]</sup>
  - o Meerdere slachtoffers met dezelfde symptomen.
  - o Let op: het optreden van specifieke symptomen bij het slachtoffer of bij hulpverleners kunnen ook het gevolg zijn van:
    - Angst en stress.
    - Psychologische reactie op het waarnemen van een vieze geur.<sup>[bur]</sup>
    - Belasting veroorzaakt door te lang werken in een decontaminatiepak (met hierdoor algehele malaise, misselijkheid, duizeligheid, hoofdpijn).

- Blootstellingsgeschiedenis.  
Besmettingen kunnen het gevolg zijn van:
  - o Bedrijfsongeval (agrarische sector, chemische industrie, laboratorium).
  - o Transportongeval (chemische/radiologische stoffen).
  - o Terroristische aanslag (zelden).

Angst voor secundaire besmetting en onduidelijkheid over betrokken stoffen of toxiciteit, heeft ook in Nederland al diverse keren aanleiding gegeven tot het nemen van buitenproportionele maatregelen zoals evacuatie van de hele afdeling spoedeisende hulp.<sup>[bur,gro,gro4]</sup>

## 2.3. Meest geschikte decontaminatieprocedure

Veel ziekenhuizen zijn voorbereid op de ontvangst van grotere groepen slachtoffers en hebben hiervoor bijv. een decontaminatietent of in pandige decontaminatieruimte en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) met een hoge beschermingsgraad beschikbaar.<sup>[gro2]</sup>

Het blijft echter belangrijk om voor de keuze van de decontaminatieprocedure een goede afweging te maken op basis van de specifieke situatie. In de praktijk merkt het NVIC dat soms ook voor een enkel besmet slachtoffer onnodig de procedure voor 'grootschalige decontaminatie' wordt opgestart. Een slachtoffer dat bijv. een zuur over een arm gekregen heeft, kan beter zo snel mogelijk worden gespoeld bij de dichtstbijzijnde kraan/douche waarbij speciale PBM voor hulpverleners niet nodig zijn, in plaats van dat gewacht wordt totdat een decontaminatietent is opgezet.<sup>[cia]</sup>

Vaak zal het een praktische overweging zijn om bij grote groepen slachtoffers het decontaminatieprotocol met uitgebreide PBM (waarmee ook is geoefend) in werking te laten treden, ook als het een minder gevaarlijke besmetting betreft.

De meest geschikte decontaminatieprocedure hangt af van:

- Betrokken stoffen (eigenschappen).
  - o Bij besmetting van het slachtoffer door condensatie van een damp zal droge decontaminatie van de huid ('kleding verwijderen'; [paragraaf 2.4.1](#)) doorgaans voldoende zijn.
  - o In geval van vloeistofbesmetting zal natte decontaminatie van de huid ('douchen'; [paragraaf 2.4.2](#)) op droge decontaminatie volgen.
  - o Bij een vaste stof is de procedure afhankelijk van de mate van besmetting en de aard van het agens.
  - o Na een uitgebreide besmetting met een radioactieve stof of in geval van grote groepen slachtoffers na een grootschalig radiologisch/nucleair incident, is de decontaminatieprocedure grotendeels gelijk aan die bij besmetting met een chemische stof. Zie [paragraaf 2.4.5](#) voor extra aandachtspunten en de procedure in geval van beperkte lokale besmetting of wondbesmetting met een radioactieve stof.
- Uitgebreidheid van de besmetting.
  - o Bij een besmetting van een beperkt huidoppervlak (bijvoorbeeld een arm) kan gedeeltelijke (lokale) decontaminatie van de huid worden uitgevoerd, bijv. door alleen de arm af te spoelen onder de kraan.
  - o Bij uitgebreide besmetting kan een volledige decontaminatie van de huid nodig zijn.
- Medische toestand van de patiënt(en).
  - o Niet-ambulante personen moeten liggend op een brancard door hulpverleners worden gedecontamineerd.
- Aantal te decontamineren patiënten.
  - o Bij grote aantallen slachtoffers en overstijging van de capaciteit kunnen ambulante patiënten (met goede instructies) bijv. zelf douchen.

Zie [hoofdstuk 3](#) voor benodigde persoonlijk beschermingsmiddelen (PBM).

## 2.4. Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid

Bij decontaminatie van de huid wordt onderscheid gemaakt tussen droge decontaminatie ('kleding verwijderen'; [paragraaf 2.4.1](#)) en natte decontaminatie ('douchen'; [paragraaf 2.4.2](#)).

In alle gevallen van chemische/radioactieve besmetting kan bij natte decontaminatie worden gestart met spoelen met ruim water en eventueel milde zeep. Voor enkele stoffen zijn alternatieve spoelmiddelen een optie ([paragraaf 2.4.3](#)). Spoelen van de ogen vereist specifieke aandacht ([paragraaf 2.4.4](#)). Tenslotte worden in [paragraaf 2.4.5](#) extra aandachtspunten in geval van besmetting met een radioactieve stof besproken.

*Let op:* levensreddende handelingen hebben prioriteit boven decontaminatie. Het risico van een besmette patiënt voor ziekenhuispersoneel is zeer beperkt, ook als de bescherming van de hulpverlener om wat voor reden (nog) niet optimaal is. Zie voor meer informatie [hoofdstuk 4](#).

### 2.4.1. Droge decontaminatie van de huid

Aandachtspunten bij droge decontaminatie van de huid:

- Verwijder voorzichtig de besmette schoenen en kleding. Hiermee kan 80-90% van de uitwendige besmetting verwijderd worden.
  - Kleding niet over het hoofd uittrekken maar met een schaar of 'crashmes' openknippen van hoofd naar voeten. Als de patiënt kan staan: kleding van achteren openknippen zodat kleding van het gezicht weg valt.
  - Niet wapperen met kleding om zo min mogelijk stof te verspreiden.
  - Als kleding aan huid vastgekleefd zit: niet lostrekken maar losweken met water.
- Stop besmette schoenen en kleding in een dubbele plastic zak, sluit deze af en voorzie deze van een label met gegevens van de patiënt.
  - Plaats de zak met besmet materiaal uit de buurt van verblijfplaatsen van personen (bij voorkeur buiten op een aangegeven en te controleren plaats, eventueel in een andere kamer of in een verre hoek van de kamer).
- Persoonlijke bezittingen in een aparte plastic zak verzamelen en eveneens labelen.
- Indien aanwezig, los stof/poeder voorzichtig van de huid verwijderen ('spotdecontaminatie') met een zachte borstel, gaas of (hand)doek of eventueel een pincet.
  - Verwijderen van poeder voorkomt dat het poeder tijdens natte decontaminatie van de huid over een groter huidoppervlak wordt verspreid (met mogelijk toename van huidabsorptie door oplossen van de besmetting in water).
  - Bij stoffen die reageren met water ([paragraaf 2.4.3](#)) is het eveneens verstandig om al zoveel mogelijk materiaal te verwijderen voordat wordt gespoeld met ruim water.

### 2.4.2. Natte decontaminatie van de huid

Aandachtspunten bij natte decontaminatie van de huid:

- Was de besmette huiddelen met ruim water en gebruik bij niet water oplosbare besmettingen een milde zeep.
    - In richting van hoofd naar voeten.
    - Haren, nagels en huidplooiën extra goed spoelen.
    - Bij wassen van besmette haren: spoel water weg van ogen, neus en mond.
- Begin eerst altijd zo snel mogelijk met spoelen met water en zeep. Zie [paragraaf 2.4.3](#) voor informatie over alternatieve spoelmiddelen die bij sommige stoffen voor decontaminatie gebruikt kunnen worden.
- Gebruik lauwwarm water (25-30°C):
    - Indien te warm: toename van bloedtoevoer naar de huid met hierdoor mogelijk een verhoogde opname van de stof.



- Indien te koud: gevaar van onderkoeling, vooral in geval van decontaminatietent buiten bij koud weer en bij kinderen. Door sluiten van poriën kunnen radioactieve stoffen vastgehouden worden.
- Voorkom beschadigen van de huid (kan inwendige besmetting veroorzaken door opname):
  - Gebruik geen harde borstel.
  - Niet te hard schrobben.
- Door in geval van corrosiva (zuren of basen) geruime tijd te spoelen (minimaal 30 minuten) kan de ernst van de lokale effecten aanzienlijk beperkt blijven. Er ontstaat bijvoorbeeld in plaats van tweede- of derdegraads letsels alleen eerstegraads chemische dermatitis.<sup>[meu]</sup> Het nut hiervan is afhankelijk van het moment waarop met spoelen is begonnen. Indien direct na blootstelling (binnen enkele seconden) wordt gespoeld, voorkomt dit penetratie in de huid en treedt vaak geen schade op. Indien langer wordt gewacht en het agens al in de huid is gedrongen, is langdurig spoelen essentieel om de schade te beperken.
- Bij lokale besmetting:
  - Bij een chemische besmetting van een beperkt huidoppervlak, zoals bijvoorbeeld een arm, kan het besmette lichaamsdeel eenvoudig worden afgespoeld onder een kraan of douche.
  - Bij stoffen die goed door de huid worden geabsorbeerd (o.a. fenol, aniline) de huid wassen met ruim water en niet langs het lichaam 'afspoelen' om te voorkomen dat de besmetting over een groter huidoppervlak verdeeld wordt, waardoor de absorptie kan toenemen. Het besmette gebied moet zo klein mogelijk worden gehouden.
  - Wonden uitspoelen met water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
- Opvangen van verontreinigd spoelwater:
  - Indien mogelijk heeft het de voorkeur om verontreinigd spoelwater op te vangen. Is deze mogelijkheid tot opvang echter niet aanwezig dan zijn geen milieu- of gezondheidsrisico's te verwachten door lozing op het riool vanwege de beperkte hoeveelheid materiaal dat de slachtoffers meedragen en de grote verdunning.
- Wanneer is de huid voldoende gedecontamineerd:
 

Het is lastig te bepalen of een chemische besmetting voldoende is verwijderd door droge en natte decontaminatie. Aanschaf van speciale meetapparatuur of het laten uitvoeren van metingen door bijvoorbeeld de brandweer is in het ziekenhuis niet praktisch.

Alle zichtbare besmetting moet in ieder geval verwijderd zijn.

In geval van een besmetting met zuren/basen kan eventueel controle met pH-papier op de voorheen besmette huiddelen worden uitgevoerd.

### 2.4.3. Welk spoelmiddel bij natte decontaminatie van de huid

'Eerst water, de rest komt later' geldt in alle gevallen van chemische/radioactieve besmetting.

Bij stoffen die exotherm reageren met water (vrijkomen van warmte, explosiegevaar) is het verstandig om eerst via droge decontaminatie zoveel mogelijk los stof/poeder voorzichtig van de huid te verwijderen. Daarna alsnog wassen met ruim water.

Ook als niet bekend is of het om een stof gaat die reageert met water kan worden gespoeld met overvloedig water omdat hierbij een eventuele reactie niet leidt tot extra risico's voor de patiënt. Indien niet gespoeld wordt met water, zullen dergelijke stoffen uiteindelijk toch reageren met het water uit de weefsels en lokaal veel hogere concentraties kunnen bereiken en meer schade aanrichten, dan bij spoelen met een overmaat aan stromend water.

Stoffen die kunnen reageren met water zijn o.a.:

- Elementair natrium, kalium, lithium, cesium, rubidium, magnesium, zwavel, strontium, titanium, uranium, yttrium, zink, zirkonium.<sup>[cox]</sup>
- Calciumoxide.

- Chloorsulfonzuur.
- Titaniumtetrachloride.
- Geconcentreerde zuren en logen.

#### Alternatieven voor water:

*Let op:* stoffen die slecht oplosbaar zijn in water zijn vaak beter te verwijderen door gebruik van een milde zeep. Dit is vaak sneller te realiseren dan de alternatieve spoelvloeistoffen die hieronder worden beschreven. **In GEEN geval moet decontaminatie met ruim water worden uitgesteld** indien een alternatief spoelmiddel niet direct voorhanden is. In dat geval wordt gestart met water en milde zeep en kan daarna het alternatieve spoelmiddel alsnog worden gebruikt.

- Polyethyleenglycol (PEG 300/PEG 400) voor stoffen die slecht oplosbaar zijn in water.
  - o In geval van huidbesmetting met fenol de huid deppen met PEG of PEG/ethanol mengsel (70:30)<sup>[che]</sup> tot er geen fenolgeur meer waarneembaar is. NIET 'afspoelen' langs het lichaam om te voorkomen dat fenol over een groter huidoppervlak verdeeld wordt, waardoor de absorptie kan toenemen.

#### NIET gebruiken:

- Oplosmiddelen zoals aceton, benzeen of terpentine. Dit kan lokale schade verergeren.
- 'Neutraliserende' verbindingen.
  - o Bij toevoegen van bijvoorbeeld een zuur aan een alkalische besmetting (of andersom) kan bij de optredende chemische reactie warmte vrijkomen, waardoor thermisch letsel kan ontstaan. Bovendien is dit zeer moeilijk te titreren naar een neutrale pH waardoor onbedoeld extra schade veroorzaakt kan worden.
  - o Het nut van spoelen van de huid met een natriumhypochloriet oplossing ('bleek') om chemische stoffen te neutraliseren is twijfelachtig.<sup>[chi]</sup>

#### **2.4.4. Spoelen van de ogen**

- Contactlenzen verwijderen, indien dit makkelijk gaat.
- Oog minstens 15-30 minuten spoelen met water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
  - o Oogleden spreiden om de conjunctivae adequaat te kunnen spoelen. Om de oogleden goed open te houden kan een lokaal anestheticum of een oogspeculum gebruikt worden.<sup>[meu, had]</sup> Bij toediening van een lokaal anestheticum dient men er zeker van te zijn dat er geen ruptuur is opgetreden van de oogbol.<sup>[had]</sup>
  - o Stroomrichting water: spoel vanuit binnenste ooghoek naar buiten. Voorkom zoveel mogelijk dat besmetting via de traanafvoerbuis (in de binnenste ooghoek) naar de neus en keel loopt.
  - o Gebruik eventueel een 'Morgan lens' voor spoelen van het oog.
  - o Niet spoelen met een harde straal aangezien hierdoor al aanwezig letsel kan verergeren.

Blijven na het spoelen klachten bestaan, consulteer dan een oogarts.

#### Bij blootstelling aan corrosieve stoffen:

- Bij ernstig oogletsel kan het van belang zijn het spoelen in het ziekenhuis gedurende enige uren te continueren. Het verdere medisch beleid (o.a. toediening van mydriatica, antibiotica, lokale corticosteroïden, pijnstilling) zal bij voorkeur in overleg met de oogarts worden bepaald.<sup>[meu]</sup>
- Overweeg de pH van de oculaire vloeistof te bepalen. Indien de pH circa 7 bedraagt, kan gestopt worden met spoelen, tenzij door zuren of basen ernstig oogletsel is opgetreden. In dat geval dient, onafhankelijk van de gemeten pH waarde van de oculaire vloeistof, gedurende enkele uren gespoeld te worden.<sup>[had]</sup>

#### 2.4.5. Aandachtspunten bij radioactieve besmetting

Na een uitgebreide radioactieve besmetting of in geval van grote groepen besmette slachtoffers door een grootschalig radiologisch/nucleair incident waarbij volledige decontaminatie nodig is, is de decontaminatieprocedure grotendeels gelijk aan de procedure bij een chemische besmetting.

Extra aandachtspunten in geval van een radioactieve besmetting:<sup>[rem,rea,ncr,tmt]</sup>

- In de triage bij aankomst bij het ziekenhuis kan (de mate van) besmetting worden bepaald door te meten met een stralingsmonitor. Neem hiervoor contact op met afdeling nucleaire geneeskunde of stralingsbeschermingsdienst van het ziekenhuis voor assistentie.
- In afwachting van decontaminatie (bijv. in geval van grote groepen slachtoffers), besmette personen niet laten roken/eten/drinken om inwendige besmetting te voorkomen.
- Besmette kleding, persoonlijke voorwerpen, materiaal dat is gebruikt bij decontaminatie:
  - Voorzie zakken met kleding en persoonlijke voorwerpen van een label waarop naast de patiëntgegevens ook 'Radioactief besmet' staat.
    - Radioactief besmette kleding kan eventueel later gebruikt worden voor een dosisschatting.
  - Het overige materiaal dat is gebruikt bij decontaminatie (sponzen e.d.) eveneens verzamelen in een dubbele afgesloten plastic zak en labelen met 'Radioactief besmet'.
  - Het is niet nodig dit radioactief besmette materiaal af te schermen met bijv. lood.
- Persoonlijke hulpmiddelen zoals bril en gehoorapparaat kunnen na decontaminatie aan patiënt terug worden gegeven. Gebruik voor gehoorapparaat vochtige doekjes om te ontsmetten.
- Uitgebreide besmetting van bovenlichaam waardoor mogelijk inhalatie van radioactieve stof:
  - Neem in ieder neusgat een 'neusmonster' af.
    - Gebruik voor ieder neusgat een apart vochtig wattenstaafje (draai deze een aantal malen rond) en bewaar de wattenstaafjes gescheiden in plastic zakjes/testbuisjes, gelabeld met 'Radioactief besmet' en patiëntgegevens.
    - Meting van de activiteit van het neusmonster geeft een eerste indicatie van de mate van inwendige blootstelling. Aanwezigheid van activiteit in slechts één van de neuswatten (of een groot verschil hiertussen) suggereert een niet-inhalatoire bron van besmetting (neus aanraken met besmette vingers bijv.). De afwezigheid van activiteit kan inhalatieblootstelling niet geheel uitsluiten (ademhaling door mond tijdens zwaar werk, verstopte neus e.d.).
    - Indien door een groot aantal slachtoffers het individueel afnemen van neuswatten niet mogelijk is, kan als alternatief aan de slachtoffers worden verzocht de neus te snuiten en de tissues te verzamelen in aparte plastic zakjes voor analyse.
    - Vervolgens neus snuiten en uitspoelen met water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
  - Spoel de mond met water, gorgel de keel en spuug zoveel mogelijk materiaal uit (monstername is niet nodig omdat dit materiaal voor dosisschatting niet bruikbaar is). Herhaal dit enkele malen. Poets tanden.
- Als na decontaminatie de controlemeting (stralingsmonitor) een restbesmetting aantoont:
  - Procedure herhalen. Stoppen met decontaminatie:
    - Als de besmetting gereduceerd is tot het achtergrondniveau. Dit kan echter lastig te bereiken zijn, tenzij het gaat om een beperkte/lokale besmetting.<sup>[ncr]</sup>
    - Als de besmetting gereduceerd is tot maximaal twee keer de achtergrond. Dit is een praktische grens indien een complete natte decontaminatie wordt uitgevoerd.<sup>[ncr]</sup>
    - Als na drie keer decontamineren de stralingsniveaus niet verder afnemen.

- Restbesmetting van het haar: overweeg het haar af te knippen. Niet scheren met een mesje vanwege de kans op beschadigen van de huid en daarmee op inwendige besmetting.<sup>[ncr]</sup>
  - Meten van een restbesmetting ondanks herhaalde decontaminatie kan een aanwijzing zijn voor een mogelijke inwendige besmetting, zeker als uitgebreide besmetting van het bovenlichaam/hoofd of wondbesmetting heeft plaatsgevonden.
- Neem waar mogelijk (afhankelijk van aantal slachtoffers en situatie) maatregelen om verspreiding van radioactief materiaal naar de omgeving zoveel mogelijk te voorkomen, zoals:
    - Afdekken van de vloer (zeker indien poreus) met papier/plastic, afdekken van brancard/behandeltafel met plastic.
    - Opvangen van verontreinigd spoelwater.  
Is deze mogelijkheid tot opvang echter niet aanwezig dan zijn geen milieu- of gezondheidsrisico's te verwachten door lozing op het riool vanwege de beperkte hoeveelheid materiaal dat de slachtoffers meedragen en de grote verdunning.

Bij een beperkte lokale besmetting van een enkele persoon met een radioactieve stof zal een gedeeltelijke natte decontaminatie zich richten op het beperken van verspreiding van het radioactieve materiaal. Dit in tegenstelling tot een lokale chemische besmetting waarbij de besmetting eenvoudigweg kan worden afgespoeld.

Belangrijke aandachtspunten:

- Breng met een besmettingsmonitor de besmette gebieden in kaart en markeer deze met een stift.
- Voorkom verspreiding naar onbesmette delen van het lichaam van de patiënt door het gebied rondom de besmetting af te plakken met waterdicht materiaal en tape.
- Inhalatie van radioactieve stofdeeltjes door de patiënt kan worden voorkomen door de patiënt een mondkapje te geven.
- Maak met vochtige tissues cirkelbewegingen van de buitenkant van het besmette gebied naar het midden toe om de besmetting niet te verspreiden.

Een wondbesmetting vereist specifieke aandacht en heeft prioriteit boven decontaminatie van de intacte huid. *Let op:* onmiddellijk optredende schade aan de huid is NIET het gevolg van straling maar kan fysisch/chemisch van aard zijn. Eerste tekenen van stralingschade (voorbijgaand erytheem of oedeem) bij een hoge stralingsdosis op de huid treedt op met een latentietijd van enkele uren.

Belangrijke aandachtspunten bij decontaminatie van wonden:

- Radioactieve scherven/deeltjes (bijv. door ontploffing van een 'vuile bom'):
  - Scherven/deeltjes met een lange pincet verwijderen (afstand houden om zo de stralingsdosis te verminderen).
  - In plastic zakje (gelabeld met 'Radioactief besmet', monsternamelocatie en gegevens van de patiënt) uit de buurt van personen bewaren voor latere analyse.  
Indien mogelijk: opslag in een loodpot vanwege hogere radioactiviteit (overleg hiervoor met de afdeling nucleaire geneeskunde of stralingsbeschermingsdienst van het ziekenhuis).
- Wonden uitspoelen met ruim lauwwarm water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%) waarbij spoelwater wordt opgevangen. In geval van wondbesmetting met plutonium (radioactief) kan worden gespoeld met een DTPA oplossing.<sup>[ncr]</sup> DTPA bindt aan plutonium en wordt ook als chelator gebruikt na inwendige besmetting met plutonium (een voorraad DTPA is aanwezig bij het RIVM).
- Adequaat wondtoilet, zeker in geval van restbesmetting.

De procedures voor het verwijderen van besmette kleding van een patiënt op een behandelafel of brancard, natte decontaminatie van een lokale besmetting en decontaminatie van wonden worden beknopt in beeld gebracht in de REAC/TS 'The medical Aspects of Radiation Incidents pocket guide'.<sup>[rea]</sup>

Veel informatie over decontaminatie na een radioactieve besmetting is ook te vinden op de 'Radiation Emergency Medical Management (REMM) website'.<sup>[rem]</sup>

# 3. Persoonlijke beschermingsmiddelen

Op basis van de mate van besmetting, de toxiciteit, de fysische eigenschappen van de betrokken stof(fen), de duur van blootstelling en de blootstellingsroute kunnen de benodigde persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) worden bepaald.

Paragraaf 3.2 bespreekt de PBM in geval van een patiënt met een chemische besmetting en paragraaf 3.3 de PBM als sprake is van een radioactieve besmetting.

In de volgende paragraaf worden eerst een aantal algemene maatregelen besproken die blootstelling kunnen beperken.

## 3.1. Blootstelling beperken

Naast gebruik van PBM kan de blootstelling van hulpverleners als volgt worden beperkt:

- Zorg voor een goede ventilatie (vluchtige vloeistoffen).
  - o De gebruikelijke ventilatie in een decontaminatieruimte en in een standaard behandelkamer van een spoedeisende hulp is voldoende.
- Kleding voorzichtig verwijderen om opdarrelen van stof te voorkomen (poeder/deeltjes besmetting).
- Was de contactplaats bij secundaire huidbesmetting veroorzaakt door:
  - o Contact met besmette huid/kleding van de patiënt.
  - o Contact met braaksel van de patiënt.
- Gebruik voor beademing een Ambu Bag en geen directe 'mond-op-mondbeademing' na inname van een gevaarlijke stof door een patiënt en vermijd zo blootstelling aan:
  - o Chemicaliën in de uitademingslucht.
  - o Gassen gevormd in de maag.
  - o Besmetting rond de mond.
- Wissel personeelsleden indien zij effecten ervaren, bijv. elke tien à twintig minuten in geval van besmetting met vluchtige vloeistoffen.
- In geval van radioactieve stoffen: afstand houden van de patiënt zal de opgelopen stralingsdosis verminderen waarbij geldt dat 'het stralingsniveau omgekeerd evenredig is aan het kwadraat van de afstand' (kwadratenwet). Als de afstand tot de bron twee keer zo groot wordt neemt de stralingsdosis met een factor 4 af (afstand 3x zo groot, factor 9, etc.). Afstand houden is vooral belangrijk in geval van verwijderen van radioactieve scherven.

## 3.2. PBM bij patiënt besmet met chemische stof

**Normale hygiënische voorzorgen en standaard PBM** waaronder schort, muts en handschoenen (zonder adembescherming) **bieden voldoende bescherming** in geval van de meest gangbare chemische besmettingen van een enkele patiënt.

Standaard PBM voorkomt direct huidcontact met de chemische stof (de belangrijkste blootstellingsroute bij secundaire besmetting). (Spat)waterdichte kleding is aan te raden bij (gedeeltelijke) natte decontaminatie.

Milde klachten door secundaire inhalatieblootstelling kunnen worden voorkomen door te zorgen voor goede ventilatie en het wisselen van personeelsleden (zie paragraaf 3.1 voor mogelijkheden om blootstelling van hulpverleners te beperken).

Uitgebreide PBM met **adembescherming** is **NIET nodig bij**:

- Beperkte besmetting van huid/kleding met vluchtige oplosmiddelen door bijv. morsen of braken na inname van oplosmiddel bevattende producten (zoals bestrijdingsmiddelen; paragraaf 4.3.1).
- Vrijkomen van giftige gassen uit de maag die zijn gevormd door contact van ingenomen agens met water/maagzuur (zoals een enkele tablet aluminiumfosfide; paragraaf 4.3.3).
- Restbesmetting van de huid met (zeer) toxische vluchtige stoffen als de kleding al is verwijderd voor aankomst in het ziekenhuis.

N.B. Het gaat hier dus om gevallen van besmetting van een enkele persoon door een incident met een chemische stof in een thuis- of werksituatie.

**Uitgebreide PBM met adembescherming** kan worden overwogen in geval van:

- **Uitgebreide besmetting met een (zeer) toxische stof** met hoog risico op secundaire blootstelling (zoals zenuwgassen; paragraaf 4.3.2).
  - In de praktijk zal het zelden voorkomen dat een slachtoffer een dergelijke besmetting meedraagt naar het ziekenhuis (kleding al verwijderd in incidentgebied, vluchtige stof al deels verdampt).
- Triage en volledige decontaminatie van **grotere groepen slachtoffers**.
  - Ook bij minder gevaarlijke besmettingen van de huid kan blootstelling van hulpverleners toenemen door langdurig contact met meerdere besmette slachtoffers.
  - Vaak zal het een praktische overweging zijn om bij grote groepen slachtoffers het decontaminatieprotocol met uitgebreide PBM (waarmee ook is geoefend) in werking te laten treden.

Uitgebreide PBM bestaat in deze bovengenoemde weinig voorkomende gevallen uit: <sup>[boe,nab,hic,cox]</sup>

- Handschoenen.
  - Goede combinatie bescherming/praktisch: nitril handschoenen (blauw). Deze zijn dun en flexibel en hebben een hogere resistentie dan latex handschoenen (maar bijv. niet tegen aldehyden, gehalogeneerde of aromatische koolwaterstoffen).<sup>[cox]</sup>
  - Butyl handschoenen geven betere bescherming maar zijn stugger en dikker.
  - Optimale bescherming: dubbele laag van butyl handschoenen over nitril handschoenen.<sup>[osh,hic,cox]</sup>
  - Latex handschoenen bieden slechts beperkte bescherming tegen veel chemische stoffen.  
Echter, door spoelen met overvloedig water is contact met hoge concentraties van de chemische stof(fen) onwaarschijnlijk.
- Adembescherming (half of volgelaatsmasker met chemicaliënfilter).
- Oogbescherming: spatmasker ('face shield') of veiligheidsbril.
- (Spat)waterdichte kledingbescherming:
  - Schort.
  - Bij voorkeur een 'overall'.
- Muts (indien geen onderdeel van de 'overall').
- Overschoenen of laarzen.
- Openingen tussen verschillende onderdelen van de PBM, zoals van overall/schort naar handschoenen, kunnen worden gedicht met tape.

Bescherming van hulpverleners in het ziekenhuis hoeft in ieder geval niet verder te gaan dan deze 'level C' beschermingsgraad (adembescherming met chemicaliënfilter).<sup>[geo,hol]</sup> Een volledig

ondoordringbaar gaspak met gebruik van perslucht, zoals soms in het incidentgebied wordt gebruikt, is niet nodig bij decontaminatie van de huid in het ziekenhuis. Meer informatie over soorten PBM is te vinden in het [OSHA 'Best Practices'](#) document<sup>[osh]</sup> en een artikel van Holland et al.<sup>[hol]</sup>

*Let op:* ook zonder uitgebreide PBM zijn na besmetting met zeer toxische stoffen slechts milde klachten te verwachten omdat de mate van blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis beperkt zal zijn ([hoofdstuk 4](#)).

Na decontaminatie van de huid kan de patiënt door hulpverleners zonder speciale PBM (normale werkkleding) eventueel verder worden behandeld.

### 3.3. PBM bij patiënt besmet met radioactieve stof

**Normale hygiënische voorzorgen en PBM zoals bij infectieziektepreventie** ('MRSA'-protocol) waaronder schort, muts, handschoenen en (chirurgisch) mondkapje **bieden goede bescherming** van de hulpverlener. Dit voorkomt huidbesmetting door direct contact en inwendige besmetting door inhalatie van radioactief materiaal (als vaste stofdeeltjes).

Indien de tijd en de toestand van de patiënt dit toelaat (en anders direct na levensreddende handelingen) hebben de volgende uitgebreidere PBM de voorkeur<sup>[rea]</sup>, vooral om inwendige besmetting van de hulpverleners en besmetting van de werkruimte en apparatuur te voorkomen.

- Oogbescherming: spat masker ('face shield') of veiligheidsbril.
- Muts (indien niet onderdeel van 'overall').
- Bij voorkeur P2-mondkapje.
- Dubbele handschoenen
  - Eén paar handschoenen wordt uitgedaan nadat kleding is weggeknipt en patiënt op brancard moet worden 'omgerold'.
- (Spat)waterdichte kledingbescherming is aan te raden bij volledige natte decontaminatie.
  - Schort.
  - Bij voorkeur een 'overall'.
- Overschoenen of laarzen.
- Openingen tussen verschillende onderdelen van de PBM, zoals van overall/schort naar handschoenen, kunnen worden gedicht met tape.
- Het is voor de hulpverlener NIET nodig om afschermende maatregelen te nemen zoals bijvoorbeeld het dragen van een loodschoort.

De stralingsdosis die kan worden opgelopen door behandeling van de patiënt kan goed in kaart worden gebracht door metingen. Voor personeel dat gedurende langere tijd met een patiënt bezig is (bijvoorbeeld tijdens decontaminatie) is het aan te raden een direct uitleesbare persoonsdosimeter te dragen om de stralingsdosis in kaart te brengen. Metingen zijn ook belangrijk om achteraf de eventuele onrust over de mogelijke secundaire besmetting/ontvangen stralingsdosis in perspectief te plaatsen. Overleg over de mogelijkheden tot meting met de afdeling nucleaire geneeskunde of stralingsbeschermingsdienst van het ziekenhuis.

Als bij grootschalige decontaminatie van meerdere slachtoffers de decontaminatieprocedure voor een grootschalig chemisch incident wordt aangehouden, dan geven de uitgebreide PBM (inclusief adembescherming) voor een chemische besmetting voldoende bescherming voor omgang met een radioactief besmet slachtoffer.

Na decontaminatie van de huid kan de patiënt door hulpverleners zonder speciale PBM (normale werkkleding) eventueel verder worden behandeld.



# 4. Risico hulpverlener in ziekenhuis

Secundaire besmetting van ziekenhuispersoneel met een chemische of radioactieve stof kan ontstaan door contact met een patiënt die een besmetting heeft opgelopen en waarbij de stof nog niet door decontaminatie van de huid en kleding is verwijderd.

Het is belangrijk om te beseffen dat een hulpverlener buiten het brongebied (gebied waar de besmetting ontstaan is) geen groot risico neemt door een chemisch of radioactief besmet slachtoffer te behandelen met uitsluitend de normale hygiënische voorzorgen en standaard PBM waaronder schort, muts en handschoenen (met mondkapje in geval van radioactieve stoffen).

Bij een secundaire besmetting met een chemische stof zijn bij de hulpverlener in het ziekenhuis hooguit milde klachten te verwachten, ook als de patiënt is blootgesteld aan uiterst toxische stoffen zoals:

- Bestrijdingsmiddelen.
- Organofosfaat zenuwgassen, zoals Sarin.
- Toxische gassen, zoals fosfinegas, gevormd in de maag van de patiënt.

Bij een secundaire besmetting met een radioactieve stof zijn bij de hulpverlener in het ziekenhuis geen directe effecten te verwachten en zal de opgelopen stralingsdosis zeer laag zijn.

**Levensreddende handelingen moeten altijd doorgang vinden, ook als de bescherming van de hulpverlener om wat voor reden (nog) niet optimaal is**

Indien de tijd dat toelaat (of anders direct na de levensreddende handelingen) is het raadzaam hulpverleners te beschermen tegen secundaire blootstelling door geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) te gebruiken ([hoofdstuk 3](#)) om ook milde klachten te voorkomen.

## 4.1. Risico van een chemisch besmette patiënt

**Het optreden van gezondheidsklachten bij hulpverleners in het ziekenhuis na secundaire blootstelling komt heel weinig voor**

In de afgelopen tien jaar is bij het NVIC slechts twee keer melding gedaan van beperkte gezondheidsklachten bij hulpverleners in het ziekenhuis waarbij een relatie met secundaire blootstelling waarschijnlijk was, namelijk:

- Irritatie van de ogen door dampen van chloorbleekmiddel.
- Huidirritatie door direct huidcontact met zwavelzuur.

Dit volgt ook uit een analyse van ruim 44.000 chemische incidenten in de Verenigde Staten:<sup>[hor]</sup>

- In circa 2500 gevallen werden patiënten naar het ziekenhuis vervoerd.
- In 6 gevallen werden door in totaal 15 hulpverleners zonder gebruik van PBM op de spoedeisende hulp gezondheidseffecten gemeld.

In een vervolgstudie<sup>[hor2]</sup> werd bij slechts één incident (van ruim 33.000 geregistreerde chemische incidenten) melding gemaakt van gezondheidseffecten bij ziekenhuispersoneel.

### **Door secundaire blootstelling zijn bij hulpverleners in het ziekenhuis milde klachten gemeld**

Gemelde symptomen bestonden voornamelijk uit irritatie van ogen en luchtwegen. Daarnaast werden hoofdpijn, duizeligheid en maagdarmklachten gemeld en na direct huidcontact met de chemische stof irritatie van de huid en chemische brandwonden. Opname in een ziekenhuis was niet nodig.<sup>[hor,hor2]</sup>

In [paragraaf 4.2](#) worden de blootstellingsroutes bij secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis nader besproken. Voorbeelden van secundaire blootstelling aan uitermate toxische stoffen worden gegeven in [paragraaf 4.3](#).

## 4.2. Blootstellingsroutes bij secundaire blootstelling

Na een incident met chemische stoffen kan een patiënt besmet zijn met een vaste stof of een vloeistof. Gassen worden niet of zeer beperkt meegedragen.

De **hoeveelheid materiaal** die een patiënt meedraagt is over het algemeen **beperkt**:

- In geval van blootstelling aan damp (condensatie op de huid) of zeer vluchtige vloeistoffen zal een groot deel van de besmetting zijn verdampt voor aankomst in het ziekenhuis.<sup>[geo]</sup>
- Bij verwijderen van besmette kleding is al zo'n 90% van de besmetting verwijderd. Vanuit het incidentgebied is de standaardprocedure dat T1-slachtoffers (ABC-instabiel, snelle behandeling nodig) pas na droge decontaminatie door de brandweer naar het ziekenhuis worden vervoerd.<sup>[blo]</sup>
- Hoeveelheid materiaal in braaksel of uitademingslucht bij inname is beperkt.

Mogelijke blootstellingsroutes voor secundaire besmetting van ziekenhuispersoneel in geval van chemische stoffen:

- Voornamelijk: direct huidcontact met besmette huid, kleding en/of braaksel van de patiënt.
- Mogelijk: inhalatie door opdarrelen van vaste stofdeeltjes
- Mogelijk: inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistof.
- Zeldzaam: inhalatie van gassen die zijn gevormd in de maag van de patiënt.
- Zeldzaam: inhalatie van chemicaliën via de uitademingslucht van een patiënt.

In de volgende paragrafen worden de verschillende blootstellingsroutes en het risico op secundaire blootstelling via deze routes kort besproken. Voorbeelden van blootstelling aan gassen gevormd in de maag of in uitademingslucht worden besproken in [paragraaf 4.3.3](#).

### 4.2.1. Direct huidcontact

Normale hygiënische voorzorgen waaronder werkkleding en handschoenen voorkomen direct huidcontact met een besmetting. Als toch een secundaire huidbesmetting optreedt, is het aantal stoffen dat gezondheidsklachten kan veroorzaken beperkt. Dit betreffen:

- Stoffen met een direct effect op de huid (irriterend/corrosief) zoals:
  - Sterke zuren of sterke basen.
  - Waterstoffluoride.
- Besmetting met toxische stoffen die worden geabsorbeerd door de huid zoals:
  - Fenol.
  - Aniline.
  - Organofosfaat insecticiden.
  - Chemische zenuwgassen zoals Sarin en Tabun (vloeistoffen).<sup>[chr]</sup>

Zowel de ernst van de directe effecten als de mate van absorptie hangen af van de concentratie van de stof, het blootgestelde huidoppervlak en de blootstellingsduur. De blootstellingsduur kan worden beperkt door na onbeschermd huidcontact met de stof de contactplaats direct te wassen. Het secundair besmette huidoppervlakte is naar verwachting beperkt (bijv. een deel van de hand).

Indien stoffen niet bijtend of irriterend zijn en niet worden geabsorbeerd zal direct huidcontact geen problemen geven. Veel stoffen zijn wel enigszins irriterend voor de huid, waardoor na (langdurige) inwerking milde klachten kunnen ontstaan zoals roodheid, huiduitslag en jeuk.

#### 4.2.2. Inhalatie van vaste stofdeeltjes

Bij een voorzichtige decontaminatie van de huid (niet wapperen met kleding) en standaard beschermingsmaatregelen zal de inhalatieblootstelling aan vaste stofdeeltjes beperkt zijn.<sup>[sch]</sup>

Een beperkt risico vormen besmettingen met irriterende vaste stoffen zoals 'traangassen', een groep van vaste stoffen die de slijmvliezen hevig irriteren. Voorbeelden zijn CS-gas ('traangas', 0-Chlorobenzylidene malononitrile) en OC-gas ('pepperspray', capsaïcine).

Het traangas wordt toegepast in aerosol vorm (bijv. door werkzame stof in oplosmiddel) en kan op de huid en kleding van een slachtoffer achterblijven als vaste stofdeeltjes (na verdampen van het oplosmiddel) van waaruit het kan opwarrelen en hulpverleners secundair kunnen worden blootgesteld.

In de literatuur wordt melding gemaakt van secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis bij behandeling van grotere aantallen slachtoffers met blootstelling aan CS-gas.<sup>[hor,dav,mor]</sup> De gemelde milde gezondheidseffecten betreffen: irritatie van huid, ogen en luchtwegen.

#### 4.2.3. Inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistoffen

Over het algemeen kan worden gesteld dat er maar **weinig stoffen** zijn die zowel een hoge toxiciteit als een zodanige mate van vluchtigheid hebben dat ze **een risico** vormen **voor hulpverleners in het ziekenhuis door inhalatie**.

Voor het risico op inhalatie door verdamping bij een vloeistofbesmetting is de mate van vluchtigheid (dampspanning) van de betrokken stof(fen) van belang:

- Hoge vluchtigheid: grootste deel van de vloeistof zal zijn verdampt voor aankomst in het ziekenhuis waardoor de restbesmetting klein zal zijn.
  - o In geval van een besmetting met bijv. waterstofcyanide (kookpunt 26°C)<sup>[che]</sup> of methylisocyanaat (kookpunt 38°C) zal bij een temperatuur van 25°C ongeveer 63% van de hoeveelheid besmetting per minuut verdampen.<sup>[geo]</sup>
  - o De snelheid van verdamping zal o.a. afhangen van de (omgevings)temperatuur.
- Vloeistoffen met een dampspanning gelijk aan water verdampen relatief langzaam (bij 25°C is na ongeveer 43 minuten 63% verdampt) en kunnen na aankomst in het ziekenhuis leiden tot inhalatieblootstelling van hulpverleners.<sup>[geo]</sup>
  - o Een voorbeeld van een zeer toxische stof met een dampspanning vergelijkbaar aan water is het zenuwgas Sarin ([paragraaf 4.3.2](#)).
  - o Een beperkt risico voor hulpverleners in het ziekenhuis vormen besmettingen met producten die vluchtige organische oplosmiddelen zoals benzeen, toluen, xyleen of aceton bevatten (dampspanning hoger dan water). In ruimten met slechte ventilatie kunnen milde secundaire klachten optreden zoals irritatie van neus, keel en bovenste luchtwegen, hoesten, misselijkheid, vermoeidheid, hoofdpijn en duizeligheid. Uit onderzoek blijkt dat tijdens decontaminatie van de huid bij een ernstige besmetting met aceton of xyleen de concentraties van deze oplosmiddelen in de lucht beperkt blijven<sup>[sch]</sup> (zie voor een beschrijving van het onderzoek bijlage 3).
- Lage vluchtigheid: geen blootstelling van hulpverlener door inhalatie.

## 4.3. Beperkt risico in geval van uitermate toxische stoffen

In de volgende paragrafen worden enkele voorbeelden besproken waaruit blijkt dat ook als slachtoffers zijn blootgesteld aan uitermate toxische stoffen, de gezondheidseffecten bij hulpverleners in het ziekenhuis beperkt blijven tot milde klachten.

### 4.3.1. Bestrijdingsmiddelen

Patiënten die een bestrijdingsmiddel hebben ingenomen en door braken of morsen uitwendig zijn besmet, veroorzaken vaak onrust bij hulpverleners in het ziekenhuis. Dit blijkt uit ervaringen van het NVIC en casusbeschrijvingen in de literatuur (vooral in geval van organofosfaatblootstellingen<sup>[sta]</sup>, maar ook bij paraquat en aluminiumfosfide; voor deze laatste zie [paragraaf 4.3.3](#)).

De volgende percepties zullen hieraan bijdragen en worden in perspectief geplaatst:

- Bestrijdingsmiddelen worden in het algemeen gezien als gevaarlijk.
  - De toxiciteit hangt af van het type bestrijdingsmiddel, de dosis en de blootstellingsroute.
    - Paraquat (herbicide) is na *inname* zeer toxisch. Het wordt echter niet geabsorbeerd door de intacte huid en ook niet na inhalatie (aerosol verneveling bij gebruik).
    - Organofosfaten (insecticiden) kunnen eveneens ernstige intoxicaties veroorzaken. Dit wordt in de praktijk vooral gezien na *inname* van deze bestrijdingsmiddelen bij Tentamen Suïcidiï. Absorptie via de huid gaat relatief langzaam, maar is mogelijk, vooral bij vochtige en/of beschadigde huid. Na inhalatie van aerosol tijdens normaal gebruik kan absorptie plaatsvinden. De meeste organofosfaten die worden gebruikt als bestrijdingsmiddel hebben een lage vluchtigheid zodat blootstelling door verdamping beperkt is.
  - Klachten worden vaak alleen toegeschreven aan de 'werkzame stof' van het bestrijdingsmiddel.
    - De werkzame stof in het bestrijdingsmiddel is weinig vluchtig maar inhalatie van het vluchtige oplosmiddel kan wel plaatsvinden. Dit kan milde klachten tot gevolg hebben (zie bijlage 3)
    - Er zijn in de wetenschappelijke literatuur enkele incidenten gemeld met milde klachten bij hulpverleners na secundaire blootstelling aan organofosfaatbestrijdingsmiddelen<sup>[sta,but,mer]</sup> maar nog nooit is een casus beschreven waarin een daling van het cholinesterasegetal kon aantonen dat daadwerkelijk een (systemische) secundaire blootstelling aan organofosfaat had plaatsgevonden.<sup>[int]</sup> Blootstelling aan oplosmiddeldampen zijn waarschijnlijk de oorzaak van de optredende milde klachten. Zie bijlage 3 voor informatie over secundaire blootstelling aan oplosmiddelen.
    - De sterke geur bij besmetting met bestrijdingsmiddelen wordt veroorzaakt door het oplosmiddel in het product en meestal niet door de werkzame stof (die doorgaans weinig vluchtig is).

### **Intoxicaties met organofosfaatbestrijdingsmiddelen komen wereldwijd veel voor en secundaire blootstelling met klachten treedt zeer zelden op**

- Het NVIC ontvangt jaarlijks ongeveer 40 meldingen van blootstellingen aan organofosfaten. Hierbij is nog nooit melding gemaakt van gezondheidsklachten bij hulpverleners als gevolg van secundaire besmetting.

- In landen zoals Sri Lanka, vinden per jaar duizenden intoxicaties met organofosfaten plaats als gevolg van Tentamen Suïcidii. Zonder gebruik van speciale persoonlijke beschermingsmiddelen worden vanuit deze landen slechts incidenteel gezondheidsklachten door hulpverleners gemeld. Klachten zijn van milde aard en spontaan reversibel en worden in het algemeen toegeschreven aan het oplosmiddel: misselijkheid, kortademigheid, duizeligheid, drukkend gevoel op de borst en luchtwegirritatie.<sup>[lid,rob,and]</sup>

Er is slechts één uitzonderlijke beschrijving van een secundaire blootstelling waarbij meer dan milde klachten zijn gerapporteerd:<sup>[gel]</sup>

- Patiënt werd gepresenteerd op de spoedeisende hulp na inname van een organofosfaat. Een vieze geur werd waargenomen.
- Hulpverleners gebruikten geen PBM.
- Na *direct huidcontact* met braaksel, ‘respiratoire secreties’ en de huid (onduidelijk of deze was besmet) van de patiënt (blootstellingsduur niet vermeld) kreeg een verpleegkundige:
  - Kortademigheid, speeksel- en tranenvloed, braken, transpireren, gevoel van zwakte.
  - Behandeling: 24 uur beademd en gedurende zeven dagen atropine en pralidoxime.
- Twee andere verpleegkundigen zonder direct huidcontact kregen in mindere mate klachten en werden eveneens behandeld met antidota.

Deze casus heeft in de wetenschappelijke literatuur veel discussie opgeroepen<sup>[lit,rob]</sup> waarbij de volgende kanttekeningen werden geplaatst:

- Het cholinesterasegetal is niet bepaald waardoor organofosfaatblootstelling als oorzaak van de symptomen niet kan worden geobjectiveerd.
- Sommige symptomen passen ook bij blootstelling aan de oplosmiddelen in deze producten.
- Past niet bij de ervaring in landen met grote aantallen intoxicaties met deze middelen (zie boven).
- Geen handschoenen gebruikt waardoor direct huidcontact kon plaatsvinden.

#### 4.3.2. Organofosfaat zenuwgassen

De kans op een incident met een organofosfaat zenuwgas is klein maar niet ondenkbaar zoals blijkt uit de terroristische aanslag in de metro van Tokio (1995) of de recente moordaanslagen op Kim Jong-nam (halfbroer van de Noord-Koreaanse leider Kim Jong-un) (Kuala Lumpur, 2017) en de Russische oud-spion Skripal (Salisbury, 2018).

Deze substanties worden algemeen aangeduid als ‘zenuwgas’ maar kunnen ook als niet-vluchtige vloeistoffen of vaste stoffen voorkomen (waarbij inhalatieblootstelling wel kan optreden als de stof in aerosolvorm wordt verneveld). Het hangt dus van de fysische eigenschappen van het betreffende zenuwgas af (wel/geen verdamping) welke blootstellingsroute (huid en/of inhalatie) voor secundaire blootstelling het meest waarschijnlijk is.

In geval van zenuwgassen wordt uitgebreide PBM inclusief adembescherming (zie [hoofdstuk 3](#)) aangeraden om secundaire blootstelling te voorkomen. Ervaring met secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis door behandeling van blootgestelde patienten is beperkt. Milde gezondheidsklachten traden op bij ziekenhuispersoneel door de terroristische aanslag met Sarin.

#### Terroristische aanslag met Sarin

Bij een terroristische aanslag in de metro van Tokio in 1995 werden ruim 5500 mensen blootgesteld aan het zenuwgas Sarin en waren twaalf dodelijke slachtoffers te betreuen.

Sarin is een vloeibaar en vluchtig organofosfaat. De slachtoffers waren blootgesteld aan Sarin damp (en mogelijk vloeistof) dat vrijkwam uit door de terroristen met Sarin gevulde en lek geprikte verpakkingen (zoals frisdrankflessen). Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis trad op door verdamping vanuit kleding van de patienten.

## Gezondheidsklachten van hulpverleners (zonder PBM) in het ziekenhuis na secundaire blootstelling aan Sarin waren mild

- Nabij de aanslag gelegen ziekenhuis:<sup>[oku,oku2]</sup>
  - o Ontving in korte tijd 640 patiënten, die niet allemaal konden worden gedecontamineerd vanwege beperkte capaciteit.
  - o Het ziekenhuispersoneel droeg standaardwerkkleding met handschoenen en mondkapjes (zonder chemicaliënfilter).
  - o Achteraf rapporteerden 110 van 1063 personeelsleden van het ziekenhuis symptomen (vooral oogirritatie, hoofdpijn, keelpijn en kortademigheid).
  - o Slechts één ziekenhuismedewerker werd behandeld vanwege een mogelijke organofosfaatintoxicatie (geen analytische bevestiging). Het ging om een verpleegkundige die de hele dag patiënten had verzorgd in een slecht geventileerde noodopvang van het ziekenhuis (de ziekenhuiskapel). Zij werd opgenomen met misselijkheid, hoofdpijn en kortademigheid.
  - o Verbeteren van ventilatie en rouleren van hulpverleners gaf verlichting van klachten.
- Verder van de aanslag afgelegen ziekenhuis:<sup>[noz]</sup>
  - o Dertien van de vijftien artsen op de SEH kregen last van o.a. visusstoornissen, loopneus, kortademigheid of drukkend gevoel op de borst, hoesten en speekselvloed. Acht artsen hadden miosis.
  - o De meeste van deze artsen waren direct betrokken bij reanimatie, intubatie en/of ontkleding van twee *ernstig blootgestelde patiënten*.
  - o Zes artsen kregen atropine (één keer in combinatie met pralidoxime) toegediend.
  - o Bij twee artsen werd het cholinesterasegetal (mate van blootstelling aan organofosfaten) bepaald. De waarden bevonden zich in de normale range.
  - o Na openen van ramen en deuren en verpakken van kleding/spullen van patiënten in afgesloten zakken werden klachten niet ernstiger en konden artsen ondanks hun klachten de behandeling van patiënten voortzetten.

De concentratie van het gebruikte Sarin tijdens deze aanslag was ongeveer 30%. Een hogere concentratie had mogelijk ernstigere secundaire klachten kunnen veroorzaken.<sup>[oku3]</sup> Aan de andere kant kan ook worden gesteld dat bij ontvangst van een *levende* patiënt, de besmetting beperkt zal zijn in hoeveelheid en/of concentratie.

### Moordaanslag met VX zenuwgas

Bij de aanslag op Kim Jong-nam werd een vloeistof in zijn gezicht gesmeerd dat na onderzoek het zenuwgas VX bleek te zijn. Kim Jong-nam meldde zich met brandende ogen bij een politiepost waar hij in elkaar zakte. Hij overleed 20 minuten na blootstelling in een ambulance. Er is geen melding gemaakt van secundaire blootstelling bij omstanders of ambulancepersoneel. In tegenstelling tot het zenuwgas Sarin, is VX weinig vluchtig (verdamping 1500 keer langzamer dan water) en treden effecten op door opname door de huid (bij verneveling als aerosol kan inhalatie wel een blootstellingsroute zijn). Waarschijnlijk is door standaard hygienische maatregelen en het besef dat blootstelling aan een giftige stof in het spel kon zijn, secundaire blootstelling voorkomen.

### Moordaanslag met Novitsjok zenuwgas

Door de recente moordaanslag op de russische oud-spion Skripal <sup>[bbc,opc]</sup> is er veel aandacht voor de 'Novitsjok-zenuwgassen'. Over deze zeer potente zenuwgassen is relatief weinig informatie bekend. De oud-spion is waarschijnlijk door huidcontact met een niet-vluchtig vloeibaar zenuwgas blootgesteld geraakt. Voor secundaire besmetting zou in dit geval direct huidcontact van hulpverleners met de besmette patient nodig zijn.

### 4.3.3. Toxische gassen gevormd in de maag van de patiënt

Sommige stoffen kunnen na ingestie door contact met water/maagzuur in de maag gasvorming veroorzaken. Bij vrijkomen via de mond (via slokdarm door 'boeren' en in uitademingslucht via de longen), kunnen hulpverleners secundair worden blootgesteld. Risico op blootstelling is vooral hoog na intubatie waarbij de onderste slokdarmsfincter ontspant ten gevolge van de spierverslapper die hierbij gegeven wordt.

Als gevolg van braken door de patiënt kan ook secundaire blootstelling optreden door vrijkomen van gas vanuit het braaksel. Het is belangrijk om het braaksel snel op te ruimen om blootstelling te voorkomen. Zie casusbeschrijving (onder) van braken na inname van een uitzonderlijk grote hoeveelheid aluminiumfosfide.

*Let op:* ook na overlijden van een patiënt zal vorming van gas doorgaan en kan gas vrijkomen.

Stoffen die na contact met water/maagzuur gasvorming kunnen veroorzaken.<sup>[ste]</sup>

- Cyanideverbindingen.
  - Bijvoorbeeld natriumcyanide/kaliumcyanide met zuur: waterstofcyanide (blauwzuurgas).
  - Beneden 26°C (kookpunt) is waterstofcyanide een zeer vluchtige vloeistof.
  - Waterstofcyanide heeft de geur van bittere amandelen (niet voor iedereen waarneembaar).
- Fosfideverbindingen.
  - Bijvoorbeeld aluminiumfosfide/zinkfosfide met water/zuur: fosfinegas.
  - Fosfideverbindingen worden toegepast als biocide (bijv. mollengif, begassing van zeecontainers).
  - Fosfinegas heeft een knoflookachtige geur.
- Sulfideverbindingen.
  - Bijvoorbeeld ijzersulfide met zuur: waterstofsulfidegas (zwavelwaterstof).
  - Waterstofsulfidegas heeft een geur van rotte eieren.
- Arseenverbindingen.
  - Bijvoorbeeld arseentrioxide met water: arsinegas (arseentrihydride).
  - Arsinegas heeft een knoflookachtige geur.
- Natriumazide.
  - Natriumazide met zuur: stikstofwaterstofzuur.
  - Stikstofwaterstofzuur is een vluchtige vloeistof (kookpunt 37°C).

In gepubliceerde casusbeschrijvingen waarbij gas werd gevormd in de maag van de patiënt werden bij **hulpverleners in het ziekenhuis geen of milde gezondheidsklachten** gemeld terwijl de patiënten overleden aan de blootstelling.

- Fosfine gas (ingestie van aluminiumfosfide).
  - In een slecht geventileerde ruimte kregen hulpverleners last van misselijkheid, braken, koorts, brandend gevoel in keel, tranenvloed en hoofdpijn.<sup>[aki]</sup> Symptomen verdwenen na 3-4 uur. In twee andere casusbeschrijvingen werden respectievelijk misselijkheid<sup>[noc]</sup> en geen klachten<sup>[sha]</sup> gemeld door hulpverleners.
  - In India is inname van aluminiumfosfide een veelvoorkomende vorm van Tentamen Suïcidii met een geschat aantal gevallen van 15.000 per jaar (waarvan twee derde van de patiënten de intoxicatie niet overleeft). Hulpverleners in het ziekenhuis nemen geen speciale voorzorgsmaatregelen tijdens reanimatie en verdere behandeling<sup>[chr]</sup> en gezondheidsklachten door secundaire blootstelling worden niet gerapporteerd.
  - Secundaire besmetting van dierenartsen kan plaatsvinden na inname van zinkfosfide mollentabletten door honden (bijv. bij opwekken of spontaan optreden van braken).

Deze tabletten zijn in Nederland niet op de markt. Navraag van het NVIC bij een vergiftigingeninformatiecentrum voor dieren in de Verenigde Staten leert dat milde klachten (hoofdpijn, irritatie/pijn in keel) zeer incidenteel worden gemeld.

- Berekeningen geven aan dat bij inname van twee tabletten van 3 gram (56%) aluminiumfosfide, de initieel hoge concentratie in de uitademingslucht van de patiënt niet zal zorgen voor een gevaarlijke concentratie in de behandelruimte bij standaard ventilatie.<sup>[lee]</sup>
- Na inname van een uitzonderlijk grote hoeveelheid aluminiumfosfide (750 gram, 60%) kwam hiervan een groot deel terug na laryngoscopie. Een zuur/knoflookgeur was te ruiken en hulpverleners kregen direct last van oog- en luchtwegklachten. Behandeling is voortgezet in een goed geventileerde ambulancehal met PBM (waaronder adembescherming).<sup>[mus]</sup>
- Stikstofwaterstofzuur (ingestie van natriumazide).
  - Tijdens reanimatie werd door enkele hulpverleners hoofdpijn, licht gevoel in het hoofd en misselijkheid gemeld.<sup>[abr]</sup> Hierna werden medewerkers elke 5-10 minuten gerouleerd tijdens reanimatie.
  - In een andere casusbeschrijving<sup>[dow]</sup> waren hulpverleners met standaard PBM (oogbescherming, handschoenen, schort, GEEN adembescherming) gedurende langere tijd dicht bij de patiënt aanwezig (binnen 1 meter afstand) voor transport/decontaminatie/reanimatie:
    - 4 hulpverleners gedurende langer dan 60 min,
    - 3 gedurende 15-60 minuten en
    - 3 gedurende 5-15 minuten.In een telefonische follow-up drie maanden later werd gevraagd of verzuim van werk had plaatsgevonden naar aanleiding van lichamelijke klachten als gevolg van de blootstelling. Bij 8 hulpverleners was dit niet het geval. Eén hulpverlener (15-60 minuten contact) had één dag verlof gekregen vanwege oververmoeidheid. Een andere hulpverlener (5-15 minuten contact) was voor enkele weken uit de roulatie vanwege psychologische stress als gevolg van het incident. Het optreden van mogelijk lichte symptomen werd niet in kaart gebracht vanwege de verstreken tijd tussen incident en follow-up.
- Arsine gas (ingestie van arseentrioxide).
  - Hulpverleners milde symptomen: pijn aan ogen, algehele vermoeidheid, keelpijn, hoofdpijn, buikpijn, misselijkheid.<sup>[kin]</sup>
- Waterstofcyanide (ingestie van cyanideverbindingen).
  - Bij hulpverleners is vaak ongerustheid na inname van cyanideverbindingen door een patiënt en het gevaar van blootstelling via uitademingslucht of vrijkomen van blauwzuurgas uit de maag. Na reanimatie van cyanide-slachtoffers zijn echter nooit ernstige intoxicatieverschijnselen bij de hulpverlener beschreven.
  - In een casus<sup>[and2]</sup> waarbij een persoon een fatale hoeveelheid kaliumcyanide had ingenomen werd door een omstander na mond-op-mondbeademing alleen een voorbijgaand branderig gevoel in de mond waargenomen, mogelijk door direct contact met besmetting rond de mond.



## 4.4. Risico van een radioactief besmette patiënt

Een met radioactieve stofdeeltjes besmette patiënt draagt radioactiviteit mee *op* de huid/kleding (uitwendige besmetting) en mogelijk ook *in* zijn/haar lichaam (inwendige besmetting). Een patiënt die uitsluitend van buitenaf is *bestraald*, vormt geen risico voor secundaire besmetting omdat hij/zij geen radioactieve stof met zich meedraagt. Als gevolg van een hoge stralingsdosis kan een bestraalde patiënt wel erg ziek worden.

Radioactieve besmetting heeft meestal de vorm van vaste (stof)deeltjes. Radioactieve stoffen kunnen wel opgelost zijn in een vloeistof voor toediening (nucleaire geneeskunde).

Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen:

- Incidenten waarbij radioactief materiaal zich heeft verspreid en waarbij slachtoffers mogelijk uitwendig en/of inwendig zijn besmet, bijvoorbeeld door een:
  - Terroristische aanslag met een Radiological Dispersal Device (RDD):
    - Verspreiding van materiaal door een conventioneel explosief (vuile bom).
    - Verspreiding zonder explosie door bijv. een (sproei)vliegtuig.
  - Ernstig kernongeval met vrijkomen van radioactief materiaal.
  - Brand in radionuclidenlaboratorium of bij een transportincident.
- Incidenten waarbij alleen uitwendige bestraling van een slachtoffer heeft plaatsgevonden maar het slachtoffer NIET is besmet met radioactief materiaal, bijvoorbeeld door:
  - Radiological Exposure Device (RED) waarbij een sterke radioactieve bron op een publieke plaats is verstopt en daar personen in de omgeving bestraalt.
  - Bedrijfsongevallen met sterke bronnen: bijv. sterilisatie van voedsel of voor radiografie.

Mogelijke blootstellingsroutes voor secundaire besmetting van ziekenhuispersoneel in geval van radioactieve stoffen:

- Voornamelijk: direct contact met besmette huid en/of kleding.
- Mogelijk: inhalatie door opdarren van vaste radioactieve (stof)deeltjes.
- Ook zonder direct contact met de radioactieve stof kan de hulpverlener worden blootgesteld aan de ioniserende straling die wordt uitgezonden, wanneer de patiënt een 'bron' van straling is.

Effecten van straling zijn onder te verdelen in:

- Directe effecten (stralingsziekte).
  - Hiervoor is een zeer hoge stralingsdosis nodig die in de praktijk alleen kan worden opgelopen in directe aanwezigheid van een zeer sterke stralingsbron waarbij het gehele lichaam gedurende langere tijd wordt bestraald. Een besmette patiënt is als bron nooit sterk genoeg om de hulpverlener in deze mate bloot te stellen. Dit geldt zowel in geval van een incident met een vuile bom als bij besmetting door een radioactieve lozing na een kernongeval.
- Kansgebonden (stochastische) effecten.
  - Blootstelling aan ioniserende straling geeft een toegenomen risico op o.a. het op termijn ontstaan van kanker.

In onderstaande paragrafen wordt voor de verschillende typen blootstellingen van het slachtoffer het beperkte risico voor de hulpverlener in het ziekenhuis beschreven.

#### 4.4.1. Laag risico bij patiënt die uitwendig besmet is met radioactieve stof

Uitwendige besmetting: het radionuclide zit op de huid en/of kleding van het slachtoffer.

Het besmette huidoppervlak loopt een extra hoge stralingsdosis op.

- Risico op inwendige besmetting van het slachtoffer door:
  - o Besmette wonden.
  - o Contact van besmette vingers met de mond.

Na een uitwendige besmetting met een radioactieve stof is een ernstige blootstelling van het slachtoffer aan ioniserende straling en het optreden van stralingsziekte NIET te verwachten, zeker niet als het slachtoffer zich ontdoet van besmette kleding en wordt gedecontamineerd.

##### Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Voor de hulpverlener is slechts een zeer beperkte stralingsdosis te verwachten door secundaire besmetting met de radioactieve stof of door 'uitwendige bestraling' (met de patiënt als 'bron'). De hoeveelheid radioactief materiaal die een slachtoffer meedraagt naar het ziekenhuis is naar verwachting beperkt.

- Geen directe effecten.
- Toegenomen risico op het ontstaan van kanker is zeer laag.

Daarnaast hangt het risico af van het soort straling dat door het radioactief materiaal wordt uitgezonden:

- Alfastraling: doordringend vermogen zeer klein.
  - o Er is geen gevaar voor de hulpverlener bij uitwendige bestraling (patiënt als bron) of secundaire uitwendige besmetting: de uitgezonden straling komt niet door de huid heen.
  - o Een inwendige besmetting door inhalatie of ingestie (contact besmette vingers met mond) moet worden voorkomen.
- Bètastraling: doordringend vermogen klein.
  - o Verwachte stralingsdosis zal beperkt zijn door beperkte hoeveelheid materiaal en door het beperkte doordringende vermogen (afhankelijk van de energie van de straling).
- Gammastraling: doordringend vermogen is over het algemeen hoog.
  - o Verwachte stralingsdosis voor omstanders zal beperkt zijn door beperkte hoeveelheid materiaal.

#### 4.4.2. Zeer laag risico bij patiënt die inwendig besmet is met radioactieve stof

Inwendige besmetting: het radioactief materiaal is door absorptie door de huid, besmetting van een open wond, inhalatie of ingestie (bijvoorbeeld door contact met besmette vingers) opgenomen in het lichaam. Het radionuclide zal zich gedeeltelijk in het lichaam van het slachtoffer nestelen:

- Het slachtoffer wordt gedurende langere tijd intern bestraald.
- Symptomen meer specifiek indien een radioactieve stof specifieke doelorganen heeft.
- Stralingsziekte alleen in zeer zeldzame gevallen.
  - o De vergiftiging van Litvinenko (Londen, 2006), die een zeer hoge dosis polonium-210 moedwillig kreeg toegediend, is zeer uitzonderlijk.

##### Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Inwendig besmette patiënten zijn voor hulpverleners vrijwel nooit een gevaar voor besmetting met de radioactieve stof zelf:

- Het radioactief materiaal kan alleen worden verspreid via lichaamsvloeistoffen (urine, feces).
- Door de in ziekenhuizen gebruikelijke hygiënische maatregelen is het stralingsrisico door de behandeling van een dergelijke patiënt voor het personeel verwaarloosbaar.
  - o Zelfs in het extreme geval van de polonium-210-vergiftiging van Litvinenko raakten verplegers aan zijn ziekbed niet of nauwelijks besmet met radioactief materiaal,

ondanks dat gedurende 4 weken zelfs niet duidelijk was dat er radioactief materiaal in het spel was.<sup>[pol]</sup>

Het hangt van het soort straling af of het slachtoffer straling uitzendt (een secundaire bron is):

- Alfastraling: doordringend vermogen zeer klein.
  - Een inwendige besmetting, bijv. polonium-210, zal buiten het lichaam niet meetbaar zijn doordat de uitgezonden alfastraling een klein doordringend vermogen heeft.
- Bètastraling: doordringend vermogen klein.
  - Een inwendige besmetting zal door de beperkte dracht van bètastraling in weefsels (enkele millimeters; afhankelijk van de energie van de straling) buiten het lichaam van de patiënt geen hoge stralingsniveaus geven.
- Gammastraling: doordringend vermogen is over het algemeen hoog.
  - Toch zal in het algemeen de verwachte stralingsdosis voor omstanders beperkt zijn door een vermoedelijk geringe hoeveelheid materiaal waarmee de patiënt gecontamineerd is.

#### **4.4.3. Geen risico bij patiënt die uitwendig bestraald is door radioactieve bron**

Uitwendige bestraling: de radioactieve stof komt niet in aanraking met het lichaam van het slachtoffer.

- De blootstelling aan ioniserende straling neemt af of stopt zodra de persoon zich:
  - Voldoende heeft verwijderd van de bron.
  - De bron voldoende wordt afgeschermd.
- Decontaminatie van de huid is niet zinvol omdat het slachtoffer geen radioactief materiaal met zich meedraagt.

Na hoge blootstelling kan acute stralingsziekte en/of lokale stralings schade ontstaan bij het slachtoffer.

Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Het slachtoffer vormt geen gevaar voor hulpverleners:

- De patiënt zendt geen ioniserende straling uit en is dus geen secundaire bron.

# 5. Voorbereiding van ziekenhuizen

In geval van een groot incident zal decontaminatie van de huid nabij het incidentgebied door de brandweer worden uitgevoerd. Dit zal echter niet voorkomen dat besmette slachtoffers het ziekenhuis bereiken:

- Na een incident zal het enige tijd duren voordat decontaminatie van de huid nabij het incidentgebied door de brandweer is opgestart. Ondertussen kunnen ‘zelfverwijzers’ op eigen gelegenheid (en onaangekondigd) het ziekenhuis bereiken. Daarnaast kan de mogelijkheid van besmetting niet (direct) zijn onderkend.
  - Bij grote calamiteiten worden de meeste slachtoffers niet per ambulance naar het ziekenhuis gebracht maar door andere voertuigen (bus, taxi, personenauto’s, politieauto’s) of gaan slachtoffers te voet naar het ziekenhuis.
- In het incidentgebied kan worden besloten om een instabiele patiënt zonder (uitgebreide) decontaminatie van de huid naar het ziekenhuis te vervoeren
- Bij koud weer kan natte decontaminatie van de huid bij slachtoffers onwenselijk zijn door gevaar voor hypothermie.

## 5.1. Aanbevelingen

In 2015 heeft het NVIC onderzoek gedaan naar de aanwezige kennis en middelen in ziekenhuizen voor opvang van slachtoffers na stralingsincidenten.<sup>[gro2]</sup> De aanbevelingen in dit rapport zijn eveneens van toepassing op de voorbereiding op ontvangst van chemisch besmette slachtoffers en worden hieronder kort besproken.

### **Aanbeveling 1: creëer mogelijkheden voor opvang en decontaminatie van de huid van slachtoffers of maak vooraf afspraken over doorverwijzing**

Het is aan te bevelen dat ziekenhuizen die nog niet zijn voorbereid op grootschalige incidenten:

- zelf mogelijkheden voor opvang en decontaminatie van de huid van slachtoffers creëren (doucheruimtes inrichten/decontaminatietent aanschaffen) en persoonlijke beschermingsmiddelen voor personeel aanschaffen,
- ofwel van tevoren een plan opstellen voor doorverwijzing van (besmette) slachtoffers en hierover afspraken maken met andere ziekenhuizen in de regio.

### **Aanbeveling 2: maak regionale afspraken over opvang van grotere groepen stralingslachtoffers**

Het is ook voor ziekenhuizen die wel slachtoffers kunnen opvangen aan te bevelen op regionaal niveau afspraken te maken over de opvang/verdeling van grotere groepen slachtoffers als de eigen capaciteit onvoldoende is.

In geval van calamiteiten, aanslagen of grote ongevallen die de reguliere lokale opvangcapaciteit te boven gaan kan ook het Calamiteitenhospitaal in het UMCU worden ingezet. De combinatie van een groot academisch ziekenhuis, een militair ziekenhuis, een traumacentrum en het NVIC biedt niet alleen de infrastructuur, maar ook de benodigde expertise om adequate behandeling en decontaminatie van grotere groepen (besmette) patiënten mogelijk te maken.

### Aanbeveling 3: neem ook stralingsincidenten op in een rampenopvangplan

Voor de ziekenhuizen die in een rampenopvangplan alleen nog chemische en/of biologische incidenten hebben beschreven, is de aanbeveling om ook specifiek voor de opvang van stralingslachtoffers een aantal zaken vast te leggen, zoals o.a.:

- Specifieke taakverdeling voor de opvang van stralingslachtoffers op de Spoedeisende hulp.
- De rol van stralingsdeskundigen, nucleair geneeskundigen, klinisch fysici of de stralingsbeschermingsdienst (indien aanwezig).
- Beschrijving van de beschermende maatregelen voor ziekenhuispersoneel en de beperkte risico's voor het ziekenhuispersoneel.
- Overzicht van aanwezige meetapparatuur en referentiewaarden en wie deze apparatuur bedient om een besmetting vast te stellen en stralingsdoses te meten.
- Contactgegevens van instanties voor informatievoorziening en advisering, zoals van de GAGS en het NVIC (24/7 nummer: 030-274 8888). Zodoende kan direct gezondheidskundige informatie over ioniserende straling en radioactieve stoffen opgevraagd worden of nadere informatie over het incident worden verkregen.

### Aanbeveling 4: Opleiden, Trainen, Oefenen (OTO)-plan

#### Stralingsincidenten oefenen:

De meeste ziekenhuizen oefenen wel incidenten met slachtoffers die een chemische besmetting hebben opgelopen. Hierbij worden uiteraard ook procedures geoefend die van toepassing zijn op stralingsincidenten zoals decontaminatie van de huid van besmette slachtoffers, die op een vergelijkbare manier plaatsvindt. Het is wel aan te bevelen met enige regelmaat incidenten met radioactief besmette slachtoffers te oefenen. In het ziekenhuis kan zo meer praktijkervaring worden opgedaan met de specifieke werkwijze en taakverdeling bij opvang en decontaminatie van de huid van deze slachtoffers en communicatie met (stralings)deskundigen, zowel intern als extern.

#### Educatie over het lage risico van een besmette patiënt voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Educatie van ziekenhuispersoneel over het lage risico van behandeling van zowel een chemisch als een radioactief besmette patiënt is aan te raden. Dit kan mogelijke angst hiervoor verminderen. Informatie uit [hoofdstuk 4](#) van dit document kan als basis dienen, eventueel met algemene informatie over straling uit het NVIC rapport over de voorbereiding van ziekenhuizen op stralingsincidenten.<sup>[gro2]</sup>

## 5.2. Nuttige bronnen

Bij de voorbereiding op ontvangst van besmette slachtoffers kunnen naast de informatie in dit document de volgende bronnen van nut zijn (zie literatuurlijst voor URL's):

- [Leidraad CBRN](#)<sup>[boe]</sup>
  - De leidraad beschrijft o.a. een aantal varianten voor inrichting van de Spoedeisende Hulp voor ontvangst en decontaminatie van de huid van besmette slachtoffers.
- Handreiking '[Opvang van chemisch besmette patiënten op de SEH](#)'<sup>[nab]</sup>.
- Handreiking '[Opvang van R&N patiënten op de SEH](#)'<sup>[nab2]</sup>.
- RIVM Rapport 660003004/2010 '[Triage en eerste opvang van slachtoffers na radiologische incidenten](#)'<sup>[gro3]</sup>
  - In dit rapport wordt aan de hand van incidenten met een 'vuile bom' en een 'verborgen radioactieve bron' de verschillende patiëntenstromen en benodigde opvang beschreven vanaf het rampterrein tot aan het ziekenhuis. De beoordeling, selectie en eerste opvang van deze slachtoffers met bijbehorende maatregelen is in stroomschema's uiteengezet.

- TMT Handbook.<sup>[tmt]</sup> Triage, Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act.
  - o In deze context is vooral het hoofdstuk 'Medical Management at the hospital' interessant.
- Radiation Emergency Medical Management (REMM) website.<sup>[rem]</sup>  
Een deel van de informatie is ook beschikbaar via de mobiele applicatie 'Mobile REMM'.

## 6. Literatuur

- [abr] Abrams J. Suicidal Sodium Azide Ingestion. *Ann. Emerg. Med.* 1987;16:1378-1380.
- [aki] Akinci E. et al. Secondary intoxication of emergency department personnel with a flammable and highly toxic gas: a lethal aluminum phosphide poisoning case. *Hong Kong J Emerg Med* 2012;19(1):54-7.
- [and] Anderson J. et al. Secondary (nosocomial) poisoning from organophosphates in health workers, fact or fiction? *Toxicol Lett* 2010;196 (Suppl 1):S321.
- [and2] Andrews JM et al. The biohazard of cyanide poisoning during post-mortem examination. *Journal of Forensic Sciences* 1989;34(5):1280-1284.
- [bbc] BBC news. Russian spy: What we know so far  
<http://www.bbc.com/news/uk-43315636>
- [blo] Handreiking kleinschalige chemische decontaminatie. Bloemsma et al., Werkversie, november 2013. <https://www.ggdghorkennisnet.nl/thema/crisisbeheersing-risicobeheersing-en-ghor/publicaties/publicatie/10086-handreiking-kleinschalige-chemische-decontaminatie>
- [boe] Leidraad CBRN. Boele et al. 2009. <https://www.ifv.nl/kennisplein/cbrn/publicaties/leidraad-cbrn-voor-ziekenhuizen-traumanet-amc>
- [bur] Burgess et al. Emergency Department Hazardous Materials Protocol for Contaminated Patients. *Ann. Emerg. Med.* 1999;34:205-212.
- [but] Butera R. et al. Secondary Exposure to malathion in emergency department health-care workers. *Clin. Tox.* 2002; 40(3):386-387.
- [che] Chemiekaarten. Gegevens voor veilig werken met chemicaliën. SDU uitgevers. 2018; 33ste ed. ISBN 978 90 12 40072 5.
- [chi] Chilcott R.P. Managing mass casualties and decontamination. *Environment International* 72 (2014) 37-45.
- [chr] Christophers A.J. et al. Dangerous bodies: a case of fatal aluminum phosphide poisoning. *MJA* 2002;176:403.
- [cla] Clarke S. Acute Sulphuric Acid Exposure – Don't Delay Decontamination. *HPA Chemical Hazards and Poisons Report.* 2006;6:12.
- [cox] Cox R.D. Decontamination and Management of Hazardous Materials Exposure Victims in the Emergency Department. *Ann Emerg Med* 1994;23:761-770.
- [dav] Davey A et al. Postoperative complications after CS spray exposure. *Anaesthesia.* 2004;59:1219-1220.
- [dir] Department of Industrial Relations. Table AC-1: permissible exposure limits for chemical contaminants. [http://www.dir.ca.gov/title8/5155table\\_ac1.html](http://www.dir.ca.gov/title8/5155table_ac1.html)
- [dow] Downes M.A. et al. Sodium azide ingestion and secondary contamination risk in healthcare workers. *European Journal of Emergency Medicine.* 2016; 23:68-70.
- [epa] US Environmental Protection Agency (EPA). Acute Exposure Guideline Levels for Airborne Chemicals. <https://www.epa.gov/aegl>
- [gel] Geller RJ et al. Nosocomial poisoning associated with emergency department treatment of organophosphate toxicity - Georgia, 2000. *Clin Toxicol* 2001;39(1):109-11.
- [geo] Georgopoulos P.G. et al. Hospital Response to Chemical Terrorism: Personal Protective Equipment, Training, and Operations Planning. *Am. J. Ind. Med.* 46: 432-445, 2004.
- [gro] Ronald de Groot, Gerard van Zoelen, Marianne Leenders, Jan Meulenbelt. Gevolgen voor ziekenhuispersoneel worden vaak overschat. *Risico's chemisch besmette patiënt vallen mee.* *Medisch Contact.* 2015;70(juni):1179-1181. <http://www.medischcontact.nl/archief-6/Tijdschriftartikel/149993/Risicos-chemisch-besmette-patient-vallen-mee.htm>
- [gro2] R. de Groot, C.J. van Loon, M.E.C. Leenders, J. Meulenbelt. Kennis en middelen in ziekenhuizen voor opvang van slachtoffers na stralingsincidenten. *NVIC Rapport 06/2015.*

- [gro3] RIVM Rapport 660003004/2010 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na radiologische incidenten' de Groot R, van Zoelen GA, van Riel AJHP, Leenders MEC  
[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2010/oktober/Triage en eerste opvang van slachtoffers na radiologische incidenten](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2010/oktober/Triage_en_eerste_opvang_van_slachtoffers_na_radiologische_incidenten)
- [gro4] Ronald de Groot, Antoinette JHP van Riel, Gerard A van Zoelen, Marianne EC Leenders, Irma de Vries, Jan Meulenbelt. Fear of secondary exposure of healthcare personnel can lead to disproportionate measures. *Clinical Toxicology* 2015; 53: 324
- [had] *Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose*. editors: Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF. Philadelphia, PA., USA; WB Saunders Company.1998; 3e ed: 17-18, 244-245.
- [hic] Hick J.L. et al. Protective Equipment for Health Care Facility Decontamination Personnel: Regulations, Risks, and Recommendations. *Ann Emerg Med*. 2003;42:370-380.
- [hol] Holland M.G. et al. Personal Protective Equipment and Decontamination of Adults and Children. *Emerg Med Clin N Am*. 2015;33: 51-68
- [hor] Horton D.K. et al. Secondary contamination of ED personnel from hazardous materials events, 1995-2001. *Am J Emerg Med* 2003;21(3):199-204.
- [hor2] Horton D.K. et al. Secondary contamination of medical personnel, equipment, and facilities resulting from hazardous materials events, 2003-2006. *Disaster Med Public Health Prep* 2008;2(2):104-13.
- [hor3] Horton D.K. et al. Secondary Contamination of Emergency Department Personnel from 0-Chlorobenzylidene Malonitrile Exposure. *Ann. Emerg. Med*. 2005;45(6):655-658.
- [kin] Kinoshita H. et al. Oral Arsenic Trioxide Poisoning and Secondary Hazard from Gastric Content. *Ann Emerg Med*. 2004;44:625-627. [lit] Little M. et al. Consensus statement: risk of nosocomial organophosphate poisoning in emergency departments. *Emerg Med Australas* 2004(Oct);16(5-6):456-8.
- [lee] Leenders, M.E.C.; Hunault, C.C.; de Vries, I. Does a patient with severe aluminum phosphide intoxication pose a danger to healthcare providers? *ClinTox* 2017; 55(5): 509
- [mer] Merritt N.L. et al. Case review. Malthion overdose: When one patient creates a departmental hazard. *Journal of emergency nursing* 1989; 15(6): 463-465.
- [meu] J. Meulenbelt, I de Vries, JCA Joore. *Behandeling van acute vergiftigingen. Praktische richtlijnen*. Bohn Stafleu van Loghum.1996, Houten.
- [mor] Morcom F. Incident 2: report of a mass casualty incident dealt with by an accident and emergency department. 2003;28:6-8.
- [mus] Musleh A, Seifert SA, Smolinske SC, Bora K, Gutierrez C, Warrick BJ. Metal phosphide ingestions: How the hospital became a HAZMAT incident. *Am J Emerg Med* 2017 (early online: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.12.058>).
- [nab] Naber et al. Regionale Handreiking 'Opvang chemisch besmette patiënten op de SEH'. Kennisplatform CBRN.  
[https://www.traumanetamc.nl/sites/default/files/documents/handreiking\\_chemisch\\_besmette\\_patiënten\\_op\\_de\\_seh\\_v\\_2014.pdf](https://www.traumanetamc.nl/sites/default/files/documents/handreiking_chemisch_besmette_patiënten_op_de_seh_v_2014.pdf)
- [nab2] Naber et al. Handreiking 'Opvang van R&N patiënten op de SEH'. Netwerk Acute Zorg Zwolle en het Netwerk Acute Zorg Euregio. <http://www.netwerkacuteczorg.nl/wp-content/uploads/PJ-Handreiking-RN-NAZZ-AZE-def-021020141.pdf>
- [ncr] Management of persons contaminated with radionuclides: handbook. NCRP report No. 161. 2008.
- [noc] Nocera A. et al. Dangerous bodies: a case of fatal aluminium phosphide poisoning. *MJA* 2000;173:133-135.
- [noz] Nozaki M. et al. Secondary exposure of medical staff to sarin vapour in the emergency room. *Intensive Care Med* 1995;21:1032-1035.
- [oku] Okumura T. et al. The Tokyo subway sarin attack: Disaster management, part 2: Hospital response. *Acad Emerg Med* 1998;5(6):618-24.



- [oku2] Okumura T. et al. Report on 640 Victims of the Tokyo Subway Sarin Attack. *Ann Emerg med* 1996;28:129-135.
- [oku3] Okumura S. et al. Clinical review: Tokyo – protecting the health care worker during a chemical mass casualty event: an important issue of continuing relevance. *Critical Care* 2005;9:397-400.
- [opc] Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. Incident in Salisbury UK. <https://www.opcw.org/special-sections/salisbury-incident/>
- [osh] OSHA Best Practises for HOSPITAL-BASED First Receivers of Victims from Mass Casualty Incidents Involving the Release of Hazardous Substances. January 2005. [https://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers\\_hospital.html](https://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers_hospital.html)
- [pol] le Polain de Waroux et al. Prevalence of and Risks for Internal Contamination among Hospital Staff Caring for a Patient Contaminated with a Fatal Dose of Polonium-210. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011; 32(10):1010-1015. [https://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers\\_hospital.html](https://www.osha.gov/dts/osta/bestpractices/firstreceivers_hospital.html)
- [rea] The Medical Aspects of Radiation Incidents pocket guide  
Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS)  
Oak Ridge Institute for Science and Education (ORISE)  
4<sup>th</sup> edition, 07/2017  
<https://orise.orau.gov/reacts/resources/medical-aspects-of-radiation-incident.html>
- [rem] Radiation Emergency Medical Management website.  
U.S. Department of Health & Human Services.  
<https://www.remm.nlm.gov/>
- [riv] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) – Risico's van stoffen website.  
<http://www.rivm.nl/rvs/>
- [riv2] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) – AEGL.  
[http://rivm.nl/rvs/Normen/Rampen\\_en\\_incidenten/AEGL](http://rivm.nl/rvs/Normen/Rampen_en_incidenten/AEGL)
- [rob] Roberts D. et al. Secondary contamination in organophosphate poisoning. *QJM* 2004;97:697-8.
- [sch] Schultz M et al. Simulated Exposure of Hospital Emergency Personnel to Solvent Vapors and Respirable Dust During Decontamination of Chemically Exposed Patients. *Ann Emerg Med* 1996; 26: 324-329.
- [sha] Shadnia S. et al. Spontaneous ignition due to intentional acute aluminum phosphide poisoning. *The journal of Emergency Medicine* 2011;40(2):179-181.
- [sta] Stacey R. et al. Secondary contamination in organophosphate poisoning: analysis of an incident. *QJM* 2004;97(2):75-80.
- [ste] Stewart-Evans J.L. et al. A narrative review of secondary hazards in hospitals form cases of chemical self-poisoning and chemical exposure. *European Journal of Emergency Medicine.* 2013;20:304-309.
- [tmt] TMT Handbook. Triage Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act. 2009. [www.tmt handbook.org](http://www.tmt handbook.org)

# Bijlagen

## Bijlage 1 Factsheet 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid'

Decontaminatie van de huid nuttig	Decontaminatie van de huid geen nut
<ul style="list-style-type: none"><li>– Vaste stof (deeltjes/poeder).</li><li>– Vloeistof.</li><li>– Aerosol (druppelnevel).</li><li>– Damp (condensatie).</li><li>– <i>Radioactiviteit</i>: uitwendige besmetting.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Gassen (niet of nauwelijks in kleding megedragen). In geval van huid en/of slijmvliesklachten door bijv. blootstelling aan goed in water (slijmvliesvocht/transpiratie) oplosbare irriterende gassen zoals chloorgas kan spoelen van de ogen of aangedane huid nodig zijn.</li><li>– <i>Radioactiviteit</i>: uitwendige bestraling zonder besmetting.</li></ul>

### Algemene aandachtspunten

- Levensreddende handelingen hebben prioriteit boven decontaminatie.
- Niet-ambulante personen: liggend op een brancard decontamineren.
- Bij besmetting van beperkt huidoppervlak: gedeeltelijke (lokale) decontaminatie.
- 'Eerst water, de rest komt later' geldt in alle gevallen van besmetting met chemische/radioactieve stoffen, ook als stoffen (exotherm) reageren met water. Bij spoelen met ruim stromend water leidt een dergelijke reactie niet tot extra risico's voor de patiënt.
  - Slecht in water oplosbare stoffen (bijv. fenol): water en zeep en zodra beschikbaar polyethyleenglycol (PEG).
  - NIET gebruiken: oplosmiddelen (bijv. aceton, benzeen of terpentijn) of 'neutraliserende' verbindingen (bijv. zuur bij alkalische besmetting).
- Decontaminatieprocedure: maak afweging op basis van specifieke situatie. In het algemeen geldt dat het zo snel mogelijk starten van de decontaminatie cruciaal is. In zeer veel situaties heeft de dichtstbijzijnde kraan/douche sterk de voorkeur boven een vertraging door het opzetten van een speciale decontaminatietent (bijv. huidblootstellingen aan corrosieve verbindingen).

### Aandachtspunten bij droge decontaminatie van de huid

- Verwijder voorzichtig de besmette schoenen en kleding (dit verwijdert 80-90% van besmetting).
  - Kleding niet over het hoofd uittrekken. Openknippen van hoofd naar voeten. Als de patiënt kan staan: van achteren openknippen zodat kleding van het gezicht wegvalt.
  - Niet wapperen met kleding om zo min mogelijk stof te verspreiden.
  - Als kleding aan huid vastgekleefd zit: niet lostrekken maar losweken met water.
  - Los stof/poeder van de huid verwijderen met een zachte borstel, gaas, (hand)doek of pincet.
- Besmette schoenen/kleding in afgesloten dubbele plastic zak. Label met patiëntgegevens.
  - Plaats de zak met besmet materiaal uit de buurt van verblijfplaatsen van personen.
- Persoonlijke bezittingen in een aparte plastic zak en eveneens labelen.

### **Aandachtspunten bij natte decontaminatie van de huid**

- Was de besmette huiddelen met ruim lauwwarm water (25-30°C) en eventueel milde zeep.
  - In richting van hoofd naar voeten. Spoel water weg van ogen, neus en mond.
  - Haren, nagels en huidplooiën extra goed spoelen.
- Voorkom beschadigen van de huid:
  - Niet te hard schrobben.
  - Gebruik geen harde borstel.
- In geval van blootstelling aan corrosiva (zuren of basen) minimaal 30 minuten spoelen.
- Bij lokale besmetting:
  - Bij stoffen met goede huidabsorptie (o.a. fenol, aniline): de huid wassen met ruim water en niet langs het lichaam 'afspoelen' (voorkom verspreiding en absorptie).
  - Wonden uitspoelen met ruim lauwwarm water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
- Verontreinigd spoelwater: opvangen indien mogelijk. Geen milieu- of gezondheidsrisico's te verwachten door lozing op het riool (ook niet in geval van radioactieve stoffen).

### Ogen

- Contactlenzen verwijderen, indien dit makkelijk gaat.
- Oog 15-30 minuten spoelen met ruim lauwwarm water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
  - Oogleden spreiden met schone vingers
  - Stroomrichting: vanaf binnenste ooghoek naar buiten (voorkom opname via traanbuis).
  - Gebruik eventueel een 'Morgan lens' voor spoelen van het oog.

Blijven na het spoelen klachten bestaan: consulteer oogarts.

### **Aandachtspunten bij radioactieve besmetting**

#### Volledig droge/natte decontaminatie bij uitgebreide besmetting/grote groepen slachtoffers

Procedure grotendeels gelijk aan procedure bij chemische besmetting, met aandacht voor:

- Plastic zakken met radioactief besmet materiaal (ook sponzen e.d. gebruikt bij decontaminatie), labelen met 'Radioactief besmet'. Afscherming met lood niet nodig.
- Uitgebreide besmetting van bovenlichaam.
  - Neem met wattenstaafjes voor ieder neusgat apart een 'neusmonster' af en bewaar deze gescheiden in plastic zakjes/testbuisjes. Label met 'Radioactief besmet' en patiëntgegevens.
  - Indien door het grote aantal slachtoffers het individueel afnemen niet mogelijk is: slachtoffers neus laten snuiten en tissues verzamelen in aparte plastic zakjes.
  - Na monstername: neus snuiten en spoelen met water of fysiologische zoutoplossing.
  - Poets tanden. Spoel mond enkele keren met water, gorgel en spuug uit (monstername niet nodig).
- Bij restbesmetting van het haar: haar afknippen (niet scheren).
- Voorkom verspreiding van radioactieve stof: dek vloer, brancard/behandeltafel af met plastic.

#### Gedeeltelijke natte decontaminatie bij beperkte lokale besmetting van een enkele persoon

Procedure richten op beperken van verspreiding van het radioactieve materiaal:

- Breng met besmettingsmonitor de besmette gebieden in kaart en markeer deze met stift.
- Plak onbesmette huid rondom de besmetting af te plakken met waterdicht materiaal en tape.
- Voorzie patiënt van mondkapje om inhalatie van radioactieve deeltjes te voorkomen.
- Maak met vochtige tissues cirkelbewegingen van buitenkant van besmette gebied naar midden toe.

### Specifieke aandacht voor besmette wonden

- Radioactieve scherven/deeltjes met lange pincet verwijderen (afstand houden). In plastic zakje gelabeld met 'Radioactief besmet' en patiëntgegevens. Indien mogelijk: opslag in loodpot.
- Wonden uitspoelen met water of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%) (opvangen). Adequaat wondtoilet.

<b>Wanneer is de huid voldoende gedecontamineerd</b>	
<b>Chemische besmetting</b>	<b>Radioactieve besmetting</b>
Controle met meetapparatuur is niet goed mogelijk. Alternatief: <ul style="list-style-type: none"><li>– Zichtbare besmetting verwijderen.</li><li>– Besmetting met zuren/basen: eventueel controle met pH-papier (zowel bij huid- als oogbesmetting).</li></ul>	Controle met stralingsmonitor: <ul style="list-style-type: none"><li>– Ideaal: achtergrondniveau.</li><li>– Praktisch: maximaal twee keer achtergrond.</li></ul> Stop decontaminatie van de huid als na drie keer decontamineren de stralingsniveaus niet verder afnemen. Restbesmetting kan duiden op inwendige besmetting.

### Zie voor meer informatie:

- NVIC achtergronddocument 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid en secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis'.
- Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis'.

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee besmetting heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van decontaminatie van de huid kan worden overlegd met:

- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via noodnummer 030-2748888. Zie ook de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) voor toxicologische/radiologische informatie.
- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijk Stoffen (GAGS) van de Geneeskundige Hulpverleningsorganisatie in de regio (GHOR), indien betrokken in geval van een incident.

## Bijlage 2 Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis'

**Normale hygiënische voorzorgen en standaard PBM bieden voldoende bescherming** in geval van de meest gangbare besmettingen van een enkele patiënt:

- Schort, muts, bij voorkeur 'blauwe' nitril handschoenen.
- Radioactieve stoffen: chirurgisch mondkapje ('MRSA protocol').

Uitgebreide PBM is NIET nodig bij:

- Beperkte besmetting van huid/kleding met vluchtige oplosmiddelen door bijv. morsen of braken na inname van oplosmiddel bevattende producten (zoals bestrijdingsmiddelen).
- Restbesmetting van de huid met toxische vluchtige stoffen als de kleding al is verwijderd.
- Vrijkomen van giftige gassen uit de maag (contact van ingenomen agens met water/maagzuur).

N.B. Het gaat hier dus om gevallen van besmetting van een enkele persoon door een incident met een chemische stof in een thuis- of werksituatie.

Uitgebreide PBM met adembescherming overwegen in geval van:

- Uitgebreide besmetting met een (zeer) toxische stof (langdurige decontaminatie).
- Triage en volledige decontaminatie van grote groepen slachtoffers (langdurig contact).
- Besmetting met radioactieve stoffen (voorkomen van inwendige besmetting).

*Let op:* PBM uitbreiden indien de tijd dit toelaat of anders direct na levensreddende handelingen.

**Levensreddende handelingen moeten doorgang vinden, ook als de bescherming van de hulpverlener om wat voor reden (nog) niet optimaal is!**

- **chemische besmetting:** zelfs in het geval van **uiterst toxische stoffen** zijn bij hulpverleners in het ziekenhuis hooguit **milde klachten** te verwachten.
- **radioactieve besmetting:** hulpverlener in het ziekenhuis krijgt **geen directe effecten** en **opgelopen stralingsdosis is zeer laag**

Uitgebreide PBM	
– (Spat)waterdichte kleding (bij voorkeur een 'overall').	
– Oogbescherming: spat masker ('face shield') of veiligheidsbril.	
– Overschoenen of laarzen.	
Chemische besmetting	Radioactieve besmetting
– Handschoenen (nitril).	– Dubbele handschoenen (latex).
– Eventueel dubbele handschoenen (butyl over nitril).	– Mondkapje (P2 heeft voorkeur).
– Muts, indien geen onderdeel van 'overall'.	– Muts, indien geen onderdeel van 'overall'.
– Adembescherming: half of volgelaatsmasker met chemicaliënfilter.	– Actieve persoonsdosimeter voor monitoren van de stralingsdosis.
– <u>NIET nodig:</u> een volledig ondoordringbaar decontaminatiepak met gebruik van perslucht.	– <u>NIET nodig:</u> afschermbende maatregelen (zoals een loodschort).

Na decontaminatie van de huid: verdere behandeling zonder speciale PBM (normale werkkleding).

Secundaire blootstelling kan verder worden beperkt:

- Zorg voor goede ventilatie. De gebruikelijke ventilatie in een decontaminatieruimte en in een standaard behandelkamer van een spoedeisende hulp is voldoende.
- Verwijder kleding voorzichtig om opwarrelen van stofdeeltjes/poeder te voorkomen

- Was direct de contactplaats bij secundaire huidbesmetting met de chemische/radioactieve stof (door contact met huid/kleding/braaksel van de patiënt).
- Gebruik voor beademing een Ambu Bag.
- Radioactieve stoffen: houdt zo mogelijk afstand van de patiënt; gebruik bijv. lange pincetten om radioactieve metaaldeeltjes van de patiënt te verwijderen.
- Wissel personeelsleden indien zij effecten ervaren, bijv. zo nodig elke tien à twintig minuten.

Besmetting van het slachtoffer		Risico voor hulpverlener in ziekenhuis
Gassen	Geen condensatie op huid/kleding. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chloorgas</li> </ul>	<i>Geen risico:</i> Gassen worden niet of zeer beperkt meegedragen in kleding.
	Gassen gevormd in de maag. Gassen in uitademingslucht. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluminiumfosfide</li> <li>- Cyanideverbindingen.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Hooguit milde klachten (zelden gemeld). Standaard PBM zonder adembescherming.
Dampen	Mogelijk condensatie op huid/kleding (vloeistof).	<i>Beperkt risico:</i> Beperkte besmetting. Zie vluchtige vloeistoffen.
Niet vluchtige vloeistoffen	Direct (corrosief) effect. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sterke zuren of basen.</li> <li>- Waterstoffluoride.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Geen gezondheidsklachten indien geen direct huidcontact. Standaard PBM met handschoenen voorkomt direct huidcontact.
	Absorptie door de huid. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bijv. aniline, fenol.</li> </ul>	
Vluchtige vloeistoffen	Zeer toxische vluchtige vloeistoffen. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bijv. zenuwgassen (Sarin).</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Hooguit milde klachten. Bij uitgebreide besmetting uitgebreide PBM indien tijd dit toelaat of direct na levensreddende handelingen.  N.B. Er zijn weinig stoffen met zowel een hoge toxiciteit als een mate van vluchtigheid die een blootstellingsrisico vormen voor hulpverleners in het ziekenhuis: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoge vluchtigheid: groot deel van de vloeistof al verdampt voor aankomst in het ziekenhuis.</li> <li>- Lage vluchtigheid: beperkte blootstelling van hulpverleners door inhalatie.</li> </ul>
	Vluchtige oplosmiddelen. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Morsen/braken na inname van oplosmiddel bevattende producten (bestrijdingsmiddelen)</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Beperkte besmetting. Hooguit milde klachten. Standaard PBM zonder adembescherming. Bestrijdingsmiddelen: werkzame stof is weinig vluchtig, stank door oplosmiddel.
Vaste stoffen	Irriterende stofdeeltjes. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 'Traangas'/'pepperspray'.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Hooguit milde klachten. Standaard PBM zonder adembescherming.
Radioactieve stoffen	Overwegend in de vorm van vaste stofdeeltjes.	<i>Beperkt risico:</i> Stralingsdosis van hulpverlener is zeer laag. Directe effecten (stralingsziekte) zijn NIET te verwachten. Standaard PBM met mondkapje ('MRSA' protocol) geeft goede bescherming.  Bij voorkeur PBM uitbreiden indien tijd dit toelaat of direct na levensreddende handelingen.

Zie voor meer informatie:

- NVIC achtergronddocument 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid en secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis'.
- Factsheet 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid'.

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee besmetting heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van decontaminatie van de huid kan worden overlegd met:

- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via noodnummer 030-2748888. Zie ook de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) voor toxicologische/radiologische informatie.
- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijk Stoffen (GAGS) van de Geneeskundige Hulpverleningsorganisatie in de regio (GHOR), indien betrokken in geval van een incident.

## Bijlage 3 Secundaire blootstelling door besmetting met oplosmiddelen

Een beperkt risico voor hulpverleners in het ziekenhuis vormen besmettingen met producten die vluchtige organische oplosmiddelen zoals benzeen, toluen, xyleen of aceton bevatten. In ruimten met slechte ventilatie kunnen milde secundaire klachten optreden zoals irritatie van neus, keel en bovenste luchtwegen, hoesten, misselijkheid, vermoeidheid, hoofdpijn en duizeligheid.

Onderzoek naar concentraties van de oplosmiddelen aceton en *p*-xyleen in de lucht tijdens een decontaminatieprocedure geeft inzicht in de beperkte mate van secundaire blootstelling:<sup>[sch]</sup>

- Decontaminatieruimte van:
  - 5x6x3 meter.
  - Luchtdicht afgesloten (geen ventilatie).
  - Temperatuur 18°C.
- Plastic 'etalagepop' met kleding (katoenen shirt, broek en ondergoed) doordrenkt met 800 mL vloeistof (aceton en *p*-xyleen) als test voor een maximale besmetting.
- De etalagepop verbleef eerst 5 minuten in de decontaminatieruimte en daarna werden luchtmonsters genomen in de 'ademzone' van de twee hulpverleners die gedurende 10 minuten de doordrenkte kleding verwijderden en in een afgesloten container plaatsten (gehele procedure werd 5 keer herhaald; in totaal 10 metingen per besmetting).
- Natte decontaminatie van de huid werd niet meer uitgevoerd: de plastic pop was na verwijderen van kleding al droog door verdamping van de besmetting.
- Concentraties in de 'ademzone':
  - Aceton: range 448-1111 mg/m<sup>3</sup> (gemiddeld 794±191 mg/m<sup>3</sup>).
  - *p*-Xyleen: range 80-655 mg/m<sup>3</sup> (gemiddeld 296±190 mg/m<sup>3</sup>).
- Grenswaarden:
  - De auteurs van het onderzoek vergelijken de gemeten waarden met de Short Term Exposure Limit (STEL) die in de Verenigde Staten gangbaar is als maximale concentratie gedurende 15 minuten voor werknemers. In Nederland zijn enigszins afwijkende wettelijke grenswaarden voor een blootstelling gedurende 15 minuten in een werksituatie vastgesteld.<sup>[che,riv]</sup> Daarnaast is het interessant om de gemeten waarden te vergelijken met de Acute Exposure Guideline Levels (AEGL).<sup>[riv2]</sup> AEGL's zijn rampeninterventiewaarden om snel te kunnen inschatten of een kortdurende blootstelling aan stoffen een gezondheidsrisico oplevert voor de bevolking (inclusief gevoelige personen). De waarden zijn vastgesteld voor éénmalige, kortdurende blootstelling (10 min, 30 min, 1 uur, 4 uur en 8 uur) aan stoffen via de lucht. AEGL-1 geeft overgang weer van 'detection' naar 'discomfort', AEGL-2 van 'discomfort' naar 'disability' en AEGL-3 van 'disability' naar 'death'.

	Wettelijke grenswaarde werknemer (15 min) <sup>[che,riv]</sup>	STEL <sup>[dir]</sup> werknemer (15 min)	AEGL-1 <sup>[epa]</sup> bevolking (alle blootstellings-tijden)	AEGL-2 <sup>[epa]</sup> bevolking (30 min)
aceton	2420 mg/m <sup>3</sup>	1780 mg/m <sup>3</sup>	484 mg/m <sup>3</sup>	11858 mg/m <sup>3</sup>
xyleen	442 mg/m <sup>3</sup>	655 mg/m <sup>3</sup>	575 mg/m <sup>3</sup>	5746 mg/m <sup>3</sup>

- Vergelijking met wettelijke grenswaarden:
  - In het onderzoek kwam voor *p*-xyleen een enkele keer (2/10 metingen) de concentratie boven de wettelijke grenswaarde voor werknemers (de gemiddelde



waarde lag daaronder). De concentraties bleven onder de STEL. Voor aceton bleven de concentraties onder de wettelijke grenswaarden en STEL waarden.

- Vergelijking met AEGL grenswaarden voor bevolking:  
Voor p-xyleen kwam een enkele keer (2/10 metingen) de concentratie boven de AEGL-1 waarde. Voor aceton kwamen de concentraties meestal boven de AEGL-1 waarbij voorbijgaande klachten zoals 'ongemak' en irritatie kunnen optreden. De AEGL-2 waarde werd voor zowel aceton als xyleen niet bereikt (ook niet bij een maximale blootstellingsduur van 8 uur).

Aan de ene kant kan worden opgemerkt dat er oplosmiddelen zijn waarvan de dampspanning hoger is, dat verdamping toeneemt met temperatuur en dat met zware kleding nog meer vloeistof kan worden megedragen. Aan de andere kant is in het bovenbeschreven onderzoek een uitzonderlijk hoge besmetting gesimuleerd; in veel gevallen zal bij een uitgebreide besmetting de kleding al zijn verwijderd voor aankomst in het ziekenhuis.

UMC Utrecht  
Postbus 85500  
3508 GA Utrecht

Locatie AZU  
Heidelberglaan 100  
3584 CX Utrecht

Tel: 088 75 555 55  
[www.umcutrecht.nl](http://www.umcutrecht.nl)



UMC Utrecht  
**Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum**